

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Miwa KOZAWA, et al.

Serial Number: 10/720,097

Filed: November 25, 2003

Customer No.: 38834

For: **PROCESS FOR FORMING RESIST PATTERN, SEMICONDUCTOR DEVICE  
AND FABRICATION THEREOF**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

January 13, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:


**Japanese Appln. No. 2002-356506, filed on December 9, 2002**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,  
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP

  
Stephen G. Adrian  
Reg. No. 32,878

Atty. Docket No.: **032132**  
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20036  
Tel: (202) 822-1100  
Fax: (202) 822-1111

SGA/my

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月    9 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 5 6 5 0 6  
Application Number:

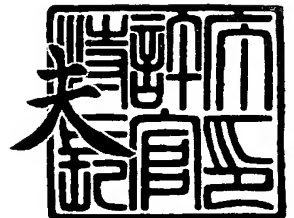
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 5 6 5 0 6 ]

出      願      人                      富 士 通 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 3 1 5 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240858

【提出日】 平成14年12月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027  
H01L 21/306  
G03F 7/26

【発明の名称】 レジストパターンの形成方法並びに半導体装置及びその製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内  
【氏名】 小澤 美和

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内  
【氏名】 野崎 耕司

【特許出願人】  
【識別番号】 000005223  
【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100107515  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 廣田 浩一  
【電話番号】 03-5304-1471

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 124292  
【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】**

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0115800

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レジストパターンの形成方法並びに半導体装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下地層上にレジストパターンを形成後、前記レジストパターンの表面を覆うようにして、界面活性剤を少なくとも含有する界面活性剤含有液を塗布した後、樹脂及び界面活性剤を少なくとも含有するレジストパターン厚肉化材料を塗布することを特徴とするレジストパターンの形成方法。

【請求項 2】 界面活性剤含有液の塗布後であってレジストパターン厚肉化材料の塗布前に、レジストパターンを加熱する請求項 1 に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項 3】 界面活性剤含有液がレジストパターン非溶解性溶剤を含有する請求項 1 及び 2 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項 4】 レジストパターン非溶解性溶剤が水系溶剤から選択される請求項 3 に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項 5】 界面活性剤含有液が含有する界面活性剤が、金属非含有界面活性剤である請求項 1 から 4 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項 6】 金属非含有界面活性剤が、非イオン性界面活性剤から選択される請求項 5 に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項 7】 レジストパターン厚肉化材料が水溶性乃至アルカリ可溶性である請求項 1 から 6 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項 8】 レジストパターン厚肉化材料が架橋剤を含有する請求項 1 から 7 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項 9】 レジストパターンが、ArF（フッ化アルゴン）エキシマレーザー光に感光性を有するレジストで形成された請求項 1 から 8 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項 10】 請求項 1 から 9 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法により、下地層上に形成したレジストパターンを厚肉化するレジストパターン形成工程と、該厚肉化したレジストパターンをマスクとしてエッチングによ

り前記下地層をパターンニングするパターンニング工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、A r Fレジスト等で形成されたレジストパターンを厚肉化し、既存の露光装置の光源における露光限界を超えて微細なレジスト抜けパターンを簡便に形成可能なレジストパターンの形成方法、並びに、該レジストパターンの形成方法により形成した微細なレジスト抜けパターンを用いて形成した微細パターンを有してなる高性能な半導体装置及びそれを効率よく製造可能な半導体装置の製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

現在、半導体集積回路は高集積化が進み、L S I や V L S I が実用化されており、それに伴って配線パターンは  $0.2 \mu\text{m}$  以下、最小パターンは  $0.1 \mu\text{m}$  以下の領域に及んでいる。微細な配線パターンの形成には、薄膜を形成した被処理基板上をレジスト膜で被覆し、選択露光を行った後に現像してレジストパターンを作り、これをマスクとしてドライエッチングを行い、その後に該レジストパターンを除去することにより所望のパターンを得るリソグラフィ技術が非常に重要である。

【0 0 0 3】

微細な配線パターンの形成には、露光装置における光源の短波長化と、その光源の特性に応じた高解像度を有するレジスト材料の開発との両方が必要とされる。しかしながら、前記露光装置における光源の短波長化のためには、莫大なコストを要する露光装置の更新が必要となる。一方、短波長の光源を用いた露光に対応するためのレジスト材料の開発も容易ではない。

【0 0 0 4】

また、半導体装置の製造プロセスにおいては、レジストパターンによる微細なレジスト抜けパターンを形成した上で、該レジストパターンをマスクとして用い

て微細なパターンニングを行うため、該レジストパターンは、エッチング耐性に優れていることが望まれる。ところが、最新技術であるA r F（フッ化アルゴン）エキシマレーザ露光技術においては、使用するレジスト材料のエッチング耐性が十分でないという問題がある。そこで、エッチング耐性に優れるK r F（フッ化クリプトン）レジストを使用することも考えられるが、エッチング条件が厳しい場合、被加工層が厚い場合、微細パターンを形成する場合、レジスト厚が薄い場合などにおいてはエッチング耐性が不足する可能性があり、エッチング耐性に優れたレジストパターンを形成し、該レジストパターンによる微細なレジスト抜けパターンを形成可能な技術の開発が望まれている。

#### 【0005】

なお、レジストの前記露光光として前記深紫外線であるK r F（フッ化クリプトン）エキシマレーザー光（波長248nm）を使用することにより、微細な抜けパターンを形成可能なR E L A C Sと呼ばれるレジスト抜けパターンの微細化技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この技術は、前記露光光としてK r F（フッ化クリプトン）エキシマレーザー（波長248nm）を使用し前記レジスト（ポジ型又はネガ型）を露光することによりレジストパターンを形成した後、水溶性樹脂組成物を用いて該レジストパターンを覆うように塗膜を設け、該塗膜と該レジストパターンとをその界面において該レジストパターンの材料中の残留酸を利用して相互作用させ、該レジストパターンを厚肉化（以下「膨潤」と称することがある）させることにより該レジストパターン間の距離を短くし、微細なレジスト抜けパターンを形成する技術である。

#### 【0006】

しかし、この場合、使用するK r F（フッ化クリプトン）レジストは、ノボラック樹脂、ナフトキノンジアジド等の芳香族系樹脂組成物であり、該芳香族系樹脂組成物に含まれる芳香環が前記A r Fエキシマレーザー光を強く吸光してしまうため、該A r F（フッ化アルゴン）エキシマレーザー光が前記K r F（フッ化クリプトン）レジストを透過できず、前記露光光として該A r F（フッ化アルゴン）エキシマレーザー光を使用することができないという問題がある。

#### 【0007】

微細な配線パターンを形成する観点からは、露光装置における光源として、K r F（フッ化クリプトン）エキシマレーザー光よりも短波長であるA r F（フッ化アルゴン）エキシマレーザー光をも使用可能であることが望まれる。

#### 【0 0 0 8】

したがって、パターンニング時に露光装置の光源としてA r F（フッ化アルゴン）エキシマレーザー光をも利用可能であり、微細かつエッチング耐性に優れたレジスト抜けパターンを低コストで簡便に形成可能な技術は未だ提供されていないのが現状である。

#### 【0 0 0 9】

##### 【特許文献 1】

特開平 1 0 - 7 3 9 2 7 号公報

#### 【0 0 1 0】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、かかる要望に応え、従来における前記諸問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。即ち、本発明は、A r Fレジスト等で形成されたレジストパターンを厚肉化し、既存の露光装置の光源における露光限界を超えて微細なレジスト抜けパターンを簡便に形成可能なレジストパターンの形成方法、並びに、該レジストパターンの形成方法により形成した微細なレジスト抜けパターンを用いて形成した微細パターンを有してなる高性能な半導体装置及びそれを効率よく製造可能な半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0 0 1 1】

##### 【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するための手段は、後述する（付記 1）～（付記 2 1）に記載した通りである。

#### 【0 0 1 2】

本発明のレジストパターンの製造方法は、下地層上にレジストパターンを形成後、前記レジストパターンの表面を覆うようにして、界面活性剤を少なくとも含有する界面活性剤含有液を塗布した後、樹脂及び界面活性剤を少なくとも含有するレジストパターン厚肉化材料を塗布する。本発明のレジストパターンの形成方



法においては、形成されたレジストパターン上に前記界面活性剤含有液が塗布されると、該界面活性剤含有液中に含まれる界面活性剤が前記レジストパターンに染み込む。その結果、該レジストパターンの表面は、前記レジストパターン厚肉化材料に対する親和性が改善される。その後、更に前記レジストパターン厚肉化材料が塗布されると、塗布された該レジストパターン厚肉化材料のうち、該レジストパターンとの界面付近にあるものが該レジストパターンに極めて容易に染み込んでミキシング層が効率よく形成される。このとき、前記レジストパターンの表面は、前記レジストパターン厚肉化材料に対する親和性が良好に改善されているので、該レジストパターンには、前記レジストパターン厚肉化材料が均一にしかも容易に染み込むため、前記ミキシング層が容易に形成される。その結果、該レジストパターンの表面において、該レジストパターン厚肉化材料と該レジストパターンとが効率よく一体化され（ミキシング層が効率よく形成され）、該レジストパターンが効率よく厚肉化される。こうして形成された厚肉化レジストパターンは、前記レジストパターン厚肉化材料により厚肉化されているため、該レジストパターンにより形成されるレジスト抜けパターンは、露光限界を超えてより微細な構造を有する。

### 【0013】

本発明の半導体装置の製造方法は、本発明のレジストパターンの形成方法により、下地層上に形成したレジストパターンを厚肉化するレジストパターン形成工程と、該厚肉化したレジストパターンをマスクとしてエッチングにより前記下地層をパターンニングするパターンニング工程とを含む。本発明の半導体装置の製造方法においては、下地層上にレジストパターンが形成された後、該レジストパターンの表面を覆うようにして、界面活性剤を少なくとも含有する界面活性剤含有液が塗布された後、樹脂及び界面活性剤を少なくとも含有するレジストパターン厚肉化材料が塗布されると、該界面活性剤含有液中に含まれる界面活性剤が前記レジストパターンに染み込む。その結果、該レジストパターンの表面は、前記レジストパターン厚肉化材料に対する親和性が改善される。その後、更に前記レジストパターン厚肉化材料が塗布されると、塗布された該レジストパターン厚肉化材料のうち、該レジストパターンとの界面付近にあるものが該レジストパターンに

極めて容易に染み込んでミキシング層が効率よく形成される。このとき、前記レジストパターンの表面は、前記レジストパターン厚肉化材料に対する親和性が良好に改善されているので、該レジストパターンには、前記レジストパターン厚肉化材料が均一にしかも容易に染み込むため、前記ミキシング層が容易に形成される。その結果、該レジストパターンの表面において、該レジストパターン厚肉化材料と該レジストパターンとが効率よく一体化され（ミキシング層が効率よく形成され）、該レジストパターンが効率よく厚肉化される。こうして形成されたレジストパターンは、前記レジストパターン厚肉化材料により厚肉化されているため、該厚肉化されたレジストパターンによるパターンの幅は、厚肉化される前のレジストパターンによるパターン幅よりも前記レジストパターン厚肉化材料により厚肉化された分だけ小さくなっており（微細化されており）、該レジストパターンにより形成されるパターンは、光の露光限界を超えてより微細に形成される。そして、この微細に形成されたレジストパターンをマスクとしてエッチングを行うことにより、前記下地層が微細にパターンニングされる。その結果、極めて微細なパターンを有する高性能な半導体装置が効率良く製造される。

#### 【0014】

本発明の半導体装置は、本発明の半導体装置の製造方法により製造される。本発明の半導体装置は、微細な配線パターン等を有し、高性能であり、各種用途に好適である。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

##### （レジストパターンの形成方法）

本発明のレジストパターンの製造方法においては、下地層上にレジストパターンを形成後、前記レジストパターンの表面を覆うようにして、界面活性剤を少なくとも含有する界面活性剤含有液を塗布した後（界面活性剤含有液塗布工程）、樹脂及び界面活性剤を少なくとも含有するレジストパターン厚肉化材料を塗布する（レジストパターン厚肉化材料塗布工程）。本発明のレジストパターンの製造方法においては、本発明の効果を害しない限り、その他の処理乃至工程等を行ってもよい。

## 【0016】

## &lt;界面活性剤含有液&gt;

前記界面活性剤含有液は、界面活性剤を少なくとも含有してなり、更に必要に応じて適宜選択した溶剤、その他の成分を含有してなる。

## 【0017】

## ー界面活性剤ー

前記界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、非イオン性界面活性剤、カチオン性界面活性剤、アニオン性界面活性剤、両性界面活性剤、シリコン系界面活性剤などが挙げられる。

## 【0018】

前記非イオン性界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アルコキシレート系界面活性剤、脂肪酸エステル系界面活性剤、アミド系界面活性剤、アルコール系界面活性剤、及びエチレンジアミン系界面活性剤から選択されるものが好適に挙げられる。なお、これらの具体例としては、ポリオキシエチレンーポリオキシプロピレン縮合物化合物、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレン誘導体化合物、ソルビタン脂肪酸エステル化合物、グリセリン脂肪酸エステル化合物、第一級アルコールエトキシレート化合物、フェノールエトキシレート化合物、ノニルフェノールエトキシレート系、オクチルフェノールエトキシレート系、ラウリルアルコールエトキシレート系、オレイルアルコールエトキシレート系、脂肪酸エステル系、アミド系、天然アルコール系、エチレンジアミン系、第二級アルコールエトキシレート系、などが挙げられる。

## 【0019】

前記カチオン性界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アルキルカチオン系界面活性剤、アミド型四級カチオン系界面活性剤、エステル型四級カチオン系界面活性剤などが挙げられる。

## 【0020】

前記両性界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アミノオキサイド系界面活性剤、ベタイン系界面活性剤など

が挙げられる。

#### 【0021】

これらの界面活性剤は、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、金属イオンを含有しない点で金属非含有界面活性剤が好ましく、その中でも非イオン性界面活性剤が好ましい。

#### 【0022】

前記界面活性剤の選択は、前記レジストパターンとの親和性を考慮して行うのが好ましく、該レジストパターンとの親和性に優れたものを選択するのが好ましい。

前記界面活性剤として、前記レジストパターンとの親和性に優れたものを選択すると、前記レジストパターン厚肉化材料を直接、該レジストパターン上に塗布しても、該レジストパターン厚肉化材料が十分に含浸せず、十分な厚肉化効果が得られないような場合、即ち、該界面活性剤が該レジストパターン厚肉化材料中の樹脂成分の溶解性には優れるものの、前記レジストパターン表面への含浸性（ミキシング性）には劣る場合であっても、該レジストパターン厚肉化材料を効率よく前記レジストパターン表面に含浸させることが可能となる。即ち、まず、前記レジストパターン表面への含浸性（ミキシング性）に富む界面活性剤を含有する前記界面活性剤含有液を前記レジストパターン上に塗布することにより、該界面活性剤含有液が該レジストパターン表面に効率よく含浸（ミキシング）される。その結果、該レジストパターンの表面の親和性を、前記レジストパターン厚肉化材料との親和性に劣る状態から優れた状態に変化させることができる。そして、次に、前記レジストパターン厚肉化材料を前記レジストパターン上に塗布すると、該レジストパターンの表面は、前記レジストパターン厚肉化材料との親和性に劣る状態から富む状態に変化しているので、該レジストパターン厚肉化材料が該レジストパターン表面に容易に染み込み、該レジストパターンが効率よく厚肉化される。本発明においては、前記界面活性剤含有液中の界面活性剤が、前記レジストパターンへの含浸（ミキシング）剤等として機能し、前記レジストパターン厚肉化材料中の界面活性剤が、該レジストパターン厚肉化材料中の樹脂成分等の溶剤等として機能し、前記レジストパターン上に複数回塗布を行う液中の界面

活性剤に異なる機能を働かせることにより、前記レジストパターンの厚肉化が効率よく行われる。

#### 【0023】

前記界面活性剤の前記界面活性剤含有液における含有量としては、前記レジストパターンの材料、前記レジストパターン厚肉化材料の組成等に応じて異なり一概に規定することはできず、目的に応じて適宜選択することができる。

#### 【0024】

##### —溶剤—

前記溶剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、前記レジストパターンを実質的に溶解させないレジストパターン非溶解性溶剤が好ましく、水であるのが特に好ましい。これらの溶剤は、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

#### 【0025】

前記溶剤の前記界面活性剤含有液における含有量としては、前記レジストパターンの材料、前記レジストパターン厚肉化材料の組成等に応じて異なり一概に規定することはできず、目的に応じて適宜選択することができる。

#### 【0026】

##### —塗布等—

前記界面活性剤含有液の塗布の方法としては、前記界面活性剤含有液を前記レジストパターンの表面を覆うようにして塗布することができる限り特に制限はなく、目的に応じて公知の塗布方法の中から適宜選択することができるが、例えば、スピコート法、などが好適に挙げられる。該スピコート法の場合、その条件としては例えば、回転数が100～10000rpm程度であり、800～5000rpmが好ましく、時間が1秒～10分程度であり、1秒～90秒が好ましい。

#### 【0027】

前記塗布の際の塗布厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

前記塗布の回数としては、特に制限はなく、前記界面活性剤含有液の組成、前

記レジストパターン厚肉化材料の組成等に応じて適宜選択することができ、通常、1回であるが、2回以上であってもよい。

#### 【0028】

本発明においては、前記界面活性剤含有液の塗布後、前記レジストパターンを加熱してもよい。

#### 【0029】

前記加熱の温度としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、70～150℃が好ましく、溶剤の沸点、前記レジストパターンの耐熱性（変形の発生）を考慮すると、85～120℃がより好ましい。

#### 【0030】

前記加熱の時間としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、30秒～3分間程度が好ましい。

前記加熱の方法としては、特に制限はなく、公知の加熱装置等を用いて行うことができる。

#### 【0031】

##### <レジストパターン厚肉化材料>

前記レジストパターン厚肉化材料は、水溶性乃至アルカリ可溶性の組成物であり、通常、水溶液状であるが、コロイド状液、エマルジョン状液、等であってもよい。

#### 【0032】

前記レジストパターン厚肉化材料としては、樹脂及び界面活性剤を少なくとも含有してなり、更に必要に応じて、架橋剤、有機溶剤、含環状構造化合物、その他の成分を含有してなる。なお、前記樹脂は、環状構造を一部に有してなる樹脂であってもよい。

#### 【0033】

##### —樹脂—

前記樹脂としては、特に制限はなく目的に応じて適宜選択することができるが、水溶性（樹脂）乃至アルカリ可溶性（樹脂）であるのが好ましく、架橋反応を生ずることができる、あるいは架橋剤と混合可能であるのがより好ましい。

前記樹脂は、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

#### 【0034】

前記樹脂が水溶性樹脂である場合、該水溶性樹脂としては、25℃の水に対し0.1g以上溶解する水溶性を示すものが好ましく、0.3g以上溶解する水溶性を示すものがより好ましく、0.5g以上溶解する水溶性を示すものが特に好ましい。

#### 【0035】

前記水溶性樹脂としては、例えば、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、ポリビニルアセテート、ポリアクリル酸、ポリビニルピロリジノン（ポリビニルピロリドン）、ポリエチレンイミン、ポリエチレンオキシド、スチレンーマレイン酸共重合体、ポリビニルアミン、ポリアリルアミン、オキサゾリン基含有水溶性樹脂、水溶性メラミン樹脂、水溶性尿素樹脂、アルキッド樹脂、スルホンアミド樹脂などが挙げられる。

#### 【0036】

前記樹脂がアルカリ可溶性樹脂である場合、該アルカリ可溶性樹脂としては、25℃の2.38%テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド（TMAH）水溶液に対し、0.1g以上溶解するアルカリ可溶性を示すものが好ましく、0.3g以上溶解するアルカリ可溶性を示すものがより好ましく、0.5g以上溶解するアルカリ可溶性を示すものが特に好ましい。

#### 【0037】

前記アルカリ可溶性樹脂としては、例えば、ノボラック樹脂、ビニルフェノール樹脂、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリp-ヒドロキシフェニルアクリラート、ポリp-ヒドロキシフェニルメタクリラート、これらの共重合体などが挙げられる。

#### 【0038】

これらの樹脂の中でも、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、ポリビニルアセテート、ポリアクリル酸、ポリビニルピロリジノン、などが好ましく、ポリビニルアセタールを含有しているのがより好ましく、架橋により容易に溶解性が変化可能である点で該ポリビニルアセタールを5～40質量%含有してい

るのが更に好ましい。

#### 【0039】

なお、前記樹脂としては、環状構造を少なくともその一部に有する樹脂であってもよい。この場合、厚肉化したレジストパターンのエッチング耐性を厚肉化前に比べて顕著に向上させることができる点で有利である。

#### 【0040】

前記環状構造としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、芳香族化合物、脂環族化合物及びヘテロ環状化合物の少なくともいずれかから選択される構造が好適に挙げられる。

#### 【0041】

前記芳香族化合物としては、例えば、多価フェノール化合物、ポリフェノール化合物、芳香族カルボン酸化合物、ナフタレン多価アルコール化合物、ベンゾフェノン化合物、フラボノイド化合物、ポルフィン、水溶性フェノキシ樹脂、芳香族含有水溶性色素、これらの誘導体、これらの配糖体、などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

#### 【0042】

前記多価フェノール化合物としては、例えば、レゾルシン、レゾルシン[4]アレーン、ピロガロール、没食子酸、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

#### 【0043】

前記ポリフェノール化合物及びその誘導体としては、例えば、カテキン、アントシアニン（ペラルゴジン型（4'-ヒドロキシ）、シアニン型（3', 4'-ジヒドロキシ）、デルフィニン型（3', 4', 5'-トリヒドロキシ））、フラバン-3, 4-ジオール、プロアントシアニン、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

#### 【0044】

前記芳香族カルボン酸化合物及びその誘導体としては、例えば、サリチル酸、フタル酸、ジヒドロキシ安息香酸、タンニン、これらの誘導体又は配糖体、などが挙げられる。



**【0045】**

前記ナフタレン多価アルコール化合物及びその誘導体としては、例えば、ナフタレンジオール、ナフタレントリオール、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

**【0046】**

前記ベンゾフェノン化合物及びその誘導体としては、例えば、アリザリンイエロー A、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

**【0047】**

前記フラボノイド化合物及びその誘導体としては、例えば、フラボン、イソフラボン、フラバノール、フラボノン、フラボノール、フラバン-3-オール、オーロン、カルコン、ジヒドロカルコン、ケルセチン、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

**【0048】**

前記脂環族化合物としては、例えば、ポリシクロアルカン類、シクロアルカン類、縮合環、これらの誘導体、これらの配糖体、などが挙げられる。これらは、1 種単独で使用してもよいし、2 種以上を併用してもよい。

**【0049】**

前記ポリシクロアルカン類としては、例えば、ノルボルナン、アダマンタン、ノルピナン、ステランなどが挙げられる。

前記シクロアルカン類としては、例えば、シクロペンタン、シクロヘキサン、などが挙げられる。

前記縮合環としては、例えば、ステロイドなどが挙げられる。

**【0050】**

前記ヘテロ環状化合物としては、例えば、ピロリジン、ピリジン、イミダゾール、オキサゾール、モルホリン、ピロリドン等の含窒素環状化合物、フラン、ピラン、五炭糖、六炭糖等を含む多糖類等の含酸素環状化合物、などが好適に挙げられる。

**【0051】**

前記樹脂及び環状構造を少なくともその一部に有する樹脂の中でも、水溶性及

びアルカリ可溶性の少なくともいずれかに優れる点で、極性基を2以上有するものが好ましい。

#### 【0052】

前記極性基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、水酸基、シアノ基、アルコキシル基、カルボキシル基、カルボニル基、アミノ基、アミド基、アルコキシカルボニル基、ヒドロキシアルキル基、スルホニル基、酸無水物基、ラクトン基、シアネート基、イソシアネート基、ケトン基などが挙げられる。これらの極性基の中でも、水酸基、カルボキシル基、カルボニル基、アミノ基、スルホニル基が好適に挙げられる。

#### 【0053】

また、前記樹脂が前記環状構造を少なくとも一部に有する樹脂である場合、前記環状構造以外の樹脂部分については、樹脂全体が水溶性又はアルカリ性であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、上述したポリビニルアルコール、ポリビニルアセタールなどの水溶性樹脂、ノボラック樹脂、ビニルフェノール樹脂などのアルカリ可溶性樹脂が好適に挙げられる。

#### 【0054】

また、前記樹脂が前記環状構造を少なくともその一部に有する樹脂である場合、該環状構造のモル含有率としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、高いエッチング耐性を必要とする場合には5mol%以上であるのが好ましく、10mol%以上であるのがより好ましい。

#### 【0055】

なお、前記モル含有率は、例えば、NMR等を用いて測定することができる。

#### 【0056】

前記樹脂の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記界面活性剤含有液の組成、前記レジストパターンの材質等により異なり一概に規定することができず、目的に応じて適宜決定することができる。

#### 【0057】

－界面活性剤－

前記界面活性剤は、前記レジストパターン厚肉化材料と該レジストパターン厚

肉化材料を塗布するレジストパターン（例えば、A r Fレジスト等）との親和性が十分でない場合に好適に使用することができ、該界面活性剤を前記レジストパターン厚肉化材料に含有させると、前記レジストパターンを効率的にかつ面内均一性に優れた状態で厚肉化することができ、エッチング耐性に優れた微細パターンを均一に効率よく形成することができ、該レジストパターン厚肉化材料が発泡するのを効果的に抑制することができる。

#### 【0058】

前記界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、非イオン性界面活性剤、カチオン性界面活性剤、アニオン性界面活性剤、両性界面活性剤、シリコーン系界面活性剤などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、金属非含有界面活性剤が好ましく、更にその中でも非イオン性界面活性剤が好ましい。

#### 【0059】

前記非イオン性界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アルコキシレート系界面活性剤、脂肪酸エステル系界面活性剤、アミド系界面活性剤、アルコール系界面活性剤、及びエチレンジアミン系界面活性剤から選択されるものが好適に挙げられる。なお、これらの具体例としては、ポリオキシエチレンーポリオキシプロピレン縮合物化合物、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレン誘導体化合物、ソルビタン脂肪酸エステル化合物、グリセリン脂肪酸エステル化合物、第一級アルコールエトキシレート化合物、フェノールエトキシレート化合物、ノニルフェノールエトキシレート系、オクチルフェノールエトキシレート系、ラウリルアルコールエトキシレート系、オレイルアルコールエトキシレート系、脂肪酸エステル系、アミド系、天然アルコール系、エチレンジアミン系、第二級アルコールエトキシレート系、などが挙げられる。

#### 【0060】

前記カチオン性界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アルキルカチオン系界面活性剤、アミド型四級カチオ

ン系界面活性剤、エステル型四級カチオン系界面活性剤などが挙げられる。

#### 【0061】

前記両性界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アミノオキサイド系界面活性剤、ベタイン系界面活性剤などが挙げられる。

#### 【0062】

以上の界面活性剤の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記界面活性剤含有液の組成、前記レジストパターンの材質等の種類・含有量等に応じて異なり一概に規定することはできず、目的に応じて適宜選択することができる。

#### 【0063】

—架橋剤—

前記架橋剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、水溶性乃至アルカリ可溶性であるものが好ましく、また、熱又は酸によって架橋反応を生じるものが好ましく、例えば、アミノ系架橋剤が好適に挙げられる。

#### 【0064】

前記アミノ系架橋剤としては、例えば、ユリア誘導体、メラミン誘導体、ウリル誘導体などが好適に挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

前記ユリア誘導体としては、例えば、尿素、アルコキシメチレン尿素、N-アルコキシメチレン尿素、エチレン尿素、エチレン尿素カルボン酸、これらの誘導体などが挙げられる。

前記メラミン誘導体としては、例えば、アルコキシメチルメラミン、これらの誘導体などが挙げられる。

前記ウリル誘導体としては、例えば、ベンゾグアナミン、グリコールウリル、これらの誘導体などが挙げられる。

#### 【0065】

前記架橋剤の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記

界面活性剤含有液の組成、前記レジストパターンの材質等により、異なり一概に規定することができず、目的に応じて適宜決定することができる。

#### 【0066】

##### ー有機溶剤ー

前記有機溶剤は、前記レジストパターン厚肉化材料に含有させることにより、該レジストパターン厚肉化材料における、前記樹脂、前記架橋剤、前記含環状構造化合物、前記環状構造を一部に有してなる樹脂等の溶解性を向上させることができる。

#### 【0067】

前記有機溶剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる、例えば、アルコール系有機溶剤、鎖状エステル系有機溶剤、環状エステル系有機溶剤、ケトン系有機溶剤、鎖状エーテル系有機溶剤、環状エーテル系有機溶剤、などが挙げられる。

#### 【0068】

前記アルコール系有機溶剤としては、例えば、メタノール、エタノール、プロピルアルコール、イソプロピルアルコール、ブチルアルコールなどが挙げられる。

#### 【0069】

前記鎖状エステル系有機溶剤としては、例えば、乳酸エチル、プロピレングリコールメチルエーテルアセテート（PGMEA）などが挙げられる。

前記環状エステル系有機溶剤としては、例えば、 $\gamma$ -ブチロラクトン等のラクトン系有機溶剤などが挙げられる。

前記ケトン系有機溶剤としては、例えば、アセトン、シクロヘキサノン、ヘプタノン等のケトン系有機溶剤、などが挙げられる。

#### 【0070】

前記鎖状エーテル系有機溶剤としては、例えば、エチレングリコールジメチルエーテル、などが挙げられる。

前記環状エーテルとしては、例えば、テトラヒドロフラン、ジオキサン、などが挙げられる。

**【0071】**

これらの有機溶剤は、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、厚肉化を精細に行うことができる点で、80～200℃程度の沸点を有するものが好ましい。

**【0072】**

前記有機溶剤の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記含環状構造化合物、前記架橋剤、前記界面活性剤等の種類・含有量等に応じて適宜決定することができる。

**【0073】****－含環状構造化合物－**

前記含環状構造化合物としては、前記環状構造を含むものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、化合物であってもよいし、樹脂であってよく、水溶性乃至アルカリ可溶性であるのが好ましい。

**【0074】**

前記レジストパターン厚肉化材料が該含環状構造化合物を含有していると、厚肉化したレジストパターンのエッチング耐性を厚肉化前に比べて顕著に向上させることができる点で有利である。

**【0075】**

前記含環状構造化合物が水溶性である場合、該水溶性としては、例えば、25℃の水100gに対し、0.1g以上溶解する水溶性を示すものが好ましく、0.3g以上溶解する水溶性を示すものがより好ましく、0.5g以上溶解する水溶性を示すものが特に好ましい。

**【0076】**

前記含環状構造化合物がアルカリ可溶性である場合、該アルカリ可溶性としては、例えば、25℃の2.38%テトラメチルアンモニウムハイドロオキシサイド (TMAH) 水溶液に対し、0.1g以上溶解するアルカリ可溶性を示すものが好ましく、0.3g以上溶解するアルカリ可溶性を示すものがより好ましく、0.5g以上溶解するアルカリ可溶性を示すものが特に好ましい。

**【0077】**

前記含環状構造化合物としては、例えば、前記芳香族化合物、前記脂環族化合物、前記ヘテロ環状化合物などが好適に挙げられる。これらの具体例は、上述した通りである。

#### 【0078】

前記含環状構造化合物の中でも、水溶性及びアルカリ可溶性の少なくともいずれかに優れる点で、極性基を2以上有するものが好ましく、3個以上有するものがより好ましく、4個以上有するものが特に好ましい。

#### 【0079】

前記極性基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、水酸基、シアノ基、アルコキシ基、カルボキシ基、カルボニル基、アミノ基、アミド基、アルコキシカルボニル基、ヒドロキシアルキル基、スルホニル基、酸無水物基、ラクトン基、シアネート基、イソシアネート基、ケトン基などが挙げられる。これらの極性基の中でも、水酸基、カルボキシ基、カルボニル基、アミノ基、スルホニル基が好適に挙げられる。

#### 【0080】

前記含環状構造化合物が樹脂である場合、該樹脂に対する前記環状構造のモル含有率としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、高いエッチング耐性を必要とする場合には5mol%以上であるのが好ましく、10mol%以上であるのがより好ましい。

なお、前記モル含有率は、例えば、NMR等を用いて測定することができる。

#### 【0081】

前記含環状構造化合物の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記界面活性剤含有液の組成、前記レジストパターンの材質、前記樹脂、前記含環状構造化合物、前記架橋剤、前記界面活性剤等の種類・含有量等に応じて適宜決定することができる。

#### 【0082】

—その他の成分—

前記その他の成分としては、本発明の効果を害しない限り特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、公知の各種添加剤、例えば、熱酸発生剤、

アミン系、アミド系、アンモニウム塩素等に代表されるクエンチャーなどが好適に挙げられる。

#### 【0083】

前記その他の成分の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記含環状構造化合物、前記架橋剤、前記界面活性剤等の種類・含有量等に応じて適宜決定することができる。

#### 【0084】

—塗布等—

前記レジストパターン厚肉化材料の塗布の方法としては、特に制限はなく、目的に応じて公知の塗布方法の中から適宜選択することができ、例えば、スピンコート法などが好適に挙げられる。該スピンコート法の場合、その条件としては例えば、回転数が100～10000rpm程度であり、800～5000rpmが好ましく、時間が1秒～10分程度であり、1秒～90秒が好ましい。

前記塗布の際の塗布厚みとしては、通常、100～10000Å程度であり、500～5000Å程度が好ましい。

#### 【0085】

前記塗布の際乃至その後で、塗布した前記レジストパターン厚肉化材料をプリベーク（加温・乾燥）するのが、該レジストパターンと前記レジストパターン厚肉化材料との界面において該レジストパターン厚肉化材料の該レジストパターンへのミキシング（含浸）を効率良く生じさせることができる等の点で好ましい。

#### 【0086】

なお、前記プリベーク（加温・乾燥）の条件、方法等としては、レジストパターンを軟化させない限り特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、温度が40～120℃程度であり、70～100℃が好ましく、時間が10秒～5分程度であり、40秒～100秒が好ましい。

#### 【0087】

また、前記プリベーク（加温・乾燥）の後で、塗布した前記レジストパターン厚肉化材料をベークを行うのが、前記レジストパターンとレジストパターン厚肉化材料との界面において前記ミキシングを効率的に進行させることができる等の



点で好ましい。

#### 【0088】

なお、前記ベークの条件、方法等としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記プリベーク（加温・乾燥）よりも通常高い温度条件が採用される。前記ベークの条件としては、例えば、温度が70～150℃程度であり、90～130℃が好ましく、時間が10秒～5分程度であり、40秒～100秒が好ましい。

#### 【0089】

更に、前記ベークの後で、塗布した前記レジストパターン厚肉化材料に対し、現像処理を行うのが好ましい。この場合、塗布したレジストパターン厚肉化材料の内、前記レジストパターンとミキシングしていない部分を溶解除去し、厚肉化レジストパターンを現像する（得る）ことができる点で好ましい。

#### 【0090】

なお、前記現像処理は、水現像であってもよいし、アルカリ現像液による現像であってもよいが、低コストで効率的に現像処理を行うことができる点で水現像が好ましい。

#### 【0091】

前記レジストパターン厚肉化材料を前記レジストパターン上に塗布すると、該レジストパターンが厚肉化され、厚肉化レジストパターンが形成される。このとき、前記レジストパターンの表面は、前記界面活性剤含有液が含浸されており、前記レジストパターン厚肉化材料に対する親和性が良好に改善されているので、該レジストパターンには、前記レジストパターン厚肉化材料が均一にしかも容易に染み込むため、前記ミキシング層が容易に形成される。その結果、該レジストパターンの表面において、該レジストパターン厚肉化材料と該レジストパターンとが効率よく一体化され（ミキシング層が効率よく形成され）、該レジストパターンが効率よく厚肉化される。

#### 【0092】

こうして得られた前記厚肉化レジストパターンにより形成されたレジスト抜けパターンの径乃至幅（開口寸法）は、前記レジストパターンにより形成されてい

たレジスト抜けパターンの径乃至幅よりも小さくなる。前記レジストパターンのパターンニング時に用いた露光装置の光源の露光限界を超えて、より微細なレジスト抜けパターンが形成される。例えば、前記レジストパターンのパターンニング時にArFエキシマレーザー光を用いた場合、得られたレジストパターンに対し、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化を行い、厚肉化レジストパターンを形成すると、該厚肉化レジストパターンにより形成されたレジスト抜けパターンは、電子線を用いてパターンニングした時と同様の微細なレジスト抜けパターンが得られる。

#### 【0093】

このとき、前記レジストパターンの厚肉化量は、前記界面活性剤含有液に用いる界面活性剤の種類や量、前記レジストパターン厚肉化材料における界面活性剤の種類や量、該レジストパターン厚肉化材料の粘度、塗布厚み、ベーク温度、ベーク時間等を適宜調節することにより、所望の範囲に制御することができる。

#### 【0094】

ーレジストパターンの材料ー

なお、前記レジストパターン（前記レジストパターン厚肉化材料が塗布されるレジストパターン）の材料としては、特に制限はなく、公知のレジスト材料の中から目的に応じて適宜選択することができ、ネガ型、ポジ型のいずれであってもよく、例えば、g線、i線、KrFエキシマレーザー、ArFエキシマレーザー、F2エキシマレーザー、電子線等でパターンニング可能なg線レジスト、i線レジスト、KrFレジスト、ArFレジスト、F2レジスト、電子線レジスト等が好適に挙げられる。これらは、化学増幅型であってもよいし、非化学増幅型であってもよい。これらの中でも、KrFレジスト、ArFレジストなどが好ましく、ArFレジストがより好ましい。

#### 【0095】

前記レジストパターンの材料の具体例としては、ノボラック系レジスト、PHS系レジスト、アクリル系レジスト、シクロオレフィンマレイン酸無水物系（COMA系）レジスト、シクロオレフィン系レジスト、ハイブリッド系（脂環族アクリル系-COMA系共重合体）レジストなどが挙げられる。これらは、フッ

素修飾等されていてもよい。

#### 【0096】

前記レジストパターンの形成方法、大きさ、厚み等については、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、特に厚みについては、加工対象である下地、エッチング条件等により適宜決定することができるが、一般に0.2～200  $\mu\text{m}$ 程度である。

#### 【0097】

なお、前記レジストパターンは、下地（基材）上に形成することができ、該下地（基材）としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、該レジストパターンが半導体装置に形成される場合には、該下地（基材）としては、通常、シリコンウエハ等の半導体基板、各種酸化膜、などが好適に挙げられる。

#### 【0098】

ここで、本発明のレジストパターンの形成方法における前記レジストパターンの厚肉化について、以下に図面を参照しながら説明する。

図1における(i)に示すように、下地層（基材）上にレジストパターン1aを形成した後、(ii)に示すように、レジストパターン1aの表面に、界面活性剤含有液2を塗布する。(iii)に示すように、必要に応じて加熱した後、(iv)に示すように、レジストパターン厚肉化材料3を塗布し、レジストパターン1aとレジストパターン厚肉化材料3との界面付近においてレジストパターン厚肉化材料3のレジストパターン1aへのミキシング（含浸）が起こる。そして、プリベーク（加温・乾燥）等を行うことにより、ミキシング（含浸）部分が架橋し、(v)に示すように、レジストパターン1aの表面において、レジストパターン1aとレジストパターン厚肉化材料3とがミキシングしてなるミキシング層1cが形成される。この後、図1における(vi)に示すように、現像処理を行うことによって、塗布したレジストパターン厚肉化材料3の内、レジストパターン1aとミキシングしていない部分が溶解除去され、厚肉化されたレジストパターン（処理後パターン1d）が形成（現像）される。

#### 【0099】

厚肉化されたレジストパターン（処理後パターン 1 d）は、レジストパターン 1 a の表面に、レジストパターン厚肉化材料 2 がミキシング（含浸）し架橋することにより形成されたミキシング層 1 c（表層）を有してなる。厚肉化されたレジストパターン（処理後パターン 1 d）は、レジストパターン 1 a に比べて表層の厚み分だけ厚肉化されているので、厚肉化されたレジストパターン（処理後パターン 1 d）により形成されるレジスト抜けパターンの幅は、レジストパターン（処理後パターン 1 d）により形成されるレジスト抜けパターンの幅よりも小さい。このため、レジストパターン 1 a を形成する時の露光装置における光源の露光限界を超えてレジスト抜けパターンを微細に形成することができ、厚肉化されたレジストパターン（処理後パターン 1 d）により形成されるレジスト抜けパターンは、レジストパターン 1 a により形成されるレジスト抜けパターンよりも微細である。

#### 【0100】

こうして厚肉化されたレジストパターンは、例えば、マスクパターン、レチクルパターン、磁気ヘッド、LCD（液晶ディスプレイ）、PDP（プラズマディスプレイパネル）、SAWフィルタ（弾性表面波フィルタ）等の機能部品、光配線の接続に利用される光部品、マイクロアクチュエータ等の微細部品、半導体装置等に好適に使用することができ、後述する本発明の半導体装置及びその製造方法に好適に使用することができる。

#### 【0101】

（半導体装置及びその製造方法）

本発明の半導体装置の製造方法は、レジストパターン形成工程と、パターンニング工程とを含み、更に必要に応じて適宜選択したその他の工程とを含む。本発明の半導体装置は、本発明の半導体装置の製造方法により製造することができる。

以下、本発明の半導体装置の製造方法についての説明を通じて本発明の半導体装置についても説明することとする。

#### 【0102】

前記レジストパターン形成工程は、本発明のレジストパターンの形成方法により、下地層上に形成したレジストパターンを厚肉化する工程である。

なお、前記下地（下地層）としては、半導体装置における各種部材の表面層が挙げられるが、シリコンウエハ等の半導体基板乃至その表面層が好適に挙げられる。前記レジストパターンは上述した通りである。前記塗布の方法は上述した通りである。また、該塗布の後では、上述のプリベーク、架橋ベーク等を行うのが好ましい。

#### 【0103】

前記パターンニング工程は、前記レジストパターン形成工程により形成した厚肉化レジストパターンを用いて（マスクパターン等として用いて）エッチング等を行うことにより前記下地（下地層）をパターンニングする工程である。

#### 【0104】

前記エッチングの方法としては、特に制限はなく、公知の方法の中から目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ドライエッチングが好適に挙げられる。該エッチングの条件としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

#### 【0105】

前記その他の工程としては、例えば、現像処理工程などが好適に挙げられる。

前記現像処理工程は、前記レジストパターン形成工程の後であって前記パターンニング工程の前に、塗布したレジストパターン厚肉化材料の現像処理を行う工程である。なお、前記現像処理は、上述した通りである。

#### 【0106】

以上説明した本発明の半導体装置の製造方法により製造された本発明の半導体装置は、微細な配線パターン等を有し、高性能であり、各種用途に好適に使用することができる。該半導体装置の具体例としては、フラッシュメモリ、DRAM、FRAMなどが好適に挙げられる。

#### 【0107】

##### 【実施例】

以下、本発明の実施例を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

#### 【0108】

## (実施例 1)

## ー界面活性剤含有液及びレジストパターン厚肉化材料の調製ー

表 1 に示す組成を有する界面活性剤含有液 A ～ B を調製し、表 2 に示す組成を有するレジストパターン厚肉化材料 1 ～ 3 を調製した。

なお、表 1 において、カッコ内の数値の単位は、質量部を表す。「界面活性剤」の欄における、「TN-80」は、非イオン性界面活性剤（旭電化社製、ポリオキシエチレンモノアルキルエーテル系界面活性剤）を表し、「PC-6」は、非イオン性界面活性剤（旭電化社製、ポリオキシエチレンモノアルキルエーテル系界面活性剤）を表す。「溶剤」の欄における、「水」は、純水（脱イオン水）を表す。

## 【0109】

また、表 2 において、カッコ内の数値の単位は、質量部を表す。「樹脂」の欄における、「KW-3」は、ポリビニルアセタール樹脂（積水化学社製）を表し、「ポリビニルピロリジノン」は関東化学製のものである。「界面活性剤」の欄における、「TN-80」は、非イオン性界面活性剤（旭電化社製、ポリオキシエチレンモノアルキルエーテル系界面活性剤）を表し、「PC-6」は、非イオン性界面活性剤（旭電化社製、ポリオキシエチレンモノアルキルエーテル系界面活性剤）を表す。また、前記樹脂を除いた主溶剤成分として、純水（脱イオン水）とイソプロピルアルコールとの混合液（質量比が純水（脱イオン水）：イソプロピルアルコール＝98.6：0.4）を使用した。

## 【0110】

【表 1】

界面活性剤含有液	界面活性剤	溶剤
A	TN-80(0.5)	水(99.5)
B	PC-6(0.5)	水(99.5)

## 【0111】

【表 2】

厚肉化材料	樹脂	架橋剤	界面活性剤
1	KW-3 (16)	ウリル (1.00)	TN-80 (0.25)
2	KW-3 (16)	ウリル (1.00)	PC-6 (0.25)
3	ポリビニルピ ロリドン(8)	ウリル (1.00)	TN-80 (0.25)

## 【0112】

ーレジストパターンの形成ー

以上により調製した界面活性剤含有液を、脂環族系A r Fレジスト（住友化学（株）製、PAR700）により形成したレジストパターン上に、スピンコート法により、3500rpm×40sの条件で塗布した後、100℃/60sの条件でベークした。

## 【0113】

次に、この上に、上記組成のレジストパターン厚肉化材料を、スピンコート法により、3500rpm×40sの条件で塗布した後、85℃/70s、更に110℃/70sの条件でベークを行った後、純水でレジストパターン厚肉化材料を60秒間リンスし、ミキシングしていない部分を除去し、レジストパターン厚肉化材料により厚肉化したレジストパターンを現像させることにより、本発明のレジストパターンの形成方法を実施し、厚肉化されたレジストパターンを形成した。

## 【0114】

（実施例2）

脂環族系A r Fレジストで加工した200nmのホール（開口）サイズのホー

ルパターンに対し、実施例 1 と同様にして前記界面活性剤含有液、前記レジストパターン厚肉化材料を塗布し、該ホールパターン（レジスト抜けパターン）を形成するレジストパターンを実施例 1 と同様に本発明のレジストパターンの形成方法により厚肉化し、厚肉化されたレジストパターンを形成した。処理後のパターンサイズ（nm）を表 3 に示した。

【0115】

【表 3】

厚肉化材料 \ 界面活性剤含有液	無し	A	B
1	150.8	140.4	131.9
2	146.8	136.4	133.0
3	156.7	140.4	135.9

【0116】

なお、実施例 1 において、界面活性剤含有液を塗布後にベーク処理を行わなかった以外は、実施例 1 と同様にし、前記レジストパターン厚肉化材料 1 を用いたところ、処理後のパターンサイズ（nm）は、前記界面活性剤含有液を用いなかった場合には 150.8 nm であり、前記界面活性剤含有液として界面活性剤含有液 A を用いた場合には 141.0 nm であり、前記界面活性剤含有液として界面活性剤含有液 B を用いた場合には 132.7 nm であった。

【0117】

表 3 に示す結果から、前記レジストパターン上に前記レジストパターン厚肉化材料を塗布する前に、前記界面活性剤含有液を該レジストパターン上に塗布した場合、即ち、本発明のレジストパターン形成方法による場合、該界面活性剤含有液を塗布しない場合に比べて、前記レジストパターンをより厚肉化することができ、該レジストパターンにより形成されるホールパターン（レジスト抜けパターン）の開口径はより小さく、繊細化されたことが明らかである。

【0118】



### (実施例 3)

図 2 (a) に示すように、シリコン基板 11 上に層間絶縁膜 12 を形成し、図 2 (b) に示すように、層間絶縁膜 12 上にスパッタリング法によりチタン膜 13 を形成した。次に、図 2 (c) に示すように、公知のフォトリソグラフィ技術によりレジストパターン 14 を形成し、これをマスクとして用い、反応性イオンエッチングによりチタン膜 13 をパターンニングして開口部 15 a を形成した。引き続き、図 2 (d) に示すように、反応性イオンエッチングによりレジストパターン 14 を除去するとともに、チタン膜 13 をマスクにして層間絶縁膜 12 に開口部 15 b を形成した。

#### 【0119】

次に、チタン膜 13 をウェット処理により除去し、図 3 (a) に示すように層間絶縁膜 12 上に TiN 膜 16 をスパッタリング法により形成し、続いて、TiN 膜 16 上に Cu 膜 17 を電解めっき法で成膜した。次いで、図 3 (b) に示すように、CMP にて開口部 15 b (図 1 (d)) に相当する溝部のみにバリアメタルと Cu 膜 (第一の金属膜) を残して平坦化し、第一層の配線 17 a を形成した。

#### 【0120】

次いで、図 3 (c) に示すように、第一層の配線 17 a の上に層間絶縁膜 18 を形成した後、図 2 (b) ~ (d) と図 3 (a) 及び (b) と同様にして、図 3 (d) に示すように、第一層の配線 17 a を、後に形成する上層配線と接続する Cu プラグ (第二の金属膜) 19 を形成した。

#### 【0121】

上述の各工程を繰り返すことにより、図 4 に示すように、シリコン基板 11 上に第一層の配線 17 a、第二層の配線 20、及び第三層の配線 21 を含む多層配線構造を備えた半導体装置を製造した。なお、図 3 においては、各層の配線の下層に形成したバリアメタル層は、図示を省略した。

#### 【0122】

この実施例 3 では、レジストパターン 14 が、実施例 1 における場合と同様に本発明のレジストパターンの形成方法により形成した、厚肉化されたレジストパ

ターンである。

### 【 0 1 2 3 】

(実施例 4)

ーフラッシュメモリ及びその製造ー

実施例 4 は、本発明のレジストパターンの形成方法により形成したレジストパターンを用いた本発明の半導体装置及びその製造方法の一例である。なお、この実施例 4 では、以下のレジスト膜 2 6、2 7、2 9、3 2 及び 3 4 が、本発明のレジストパターンの形成方法により、実施例 1 及び 2 におけるのと同様に厚肉化されたレジストパターンである。

### 【 0 1 2 4 】

図 5 における (a) 及び (b) は、F L O T O X 型又は E T O X 型と呼ばれる F L O T O X 型又は E T O X 型と呼ばれる F L A S H E P R O M の上面図 (平面図) であり、図 6 における (a) ~ (c)、図 7 における (d) ~ (f)、図 8 (g) ~ (i) は、該 F L A S H E P R O M の製造方法に関する一例を説明するための断面概略図であり、図 6 ~ 図 8 における、左図はメモリセル部 (第 1 素子領域) であって、フローティングゲート電極を有する M O S トランジスタの形成される部分のゲート幅方向 (図 5 における X 方向) の断面 (A 方向断面) 概略図であり、中央図は前記左図と同部分のメモリセル部であって、前記 X 方向と直交するゲート長方向 (図 5 における Y 方向) の断面 (B 方向断面) 概略図であり、右図は周辺回路部 (第 2 素子領域) の M O S トランジスタの形成される部分の断面 (図 5 における A 方向断面) 概略図である。

### 【 0 1 2 5 】

まず、図 6 (a) に示すように、p 型の S i 基板 2 2 上の素子分離領域に選択的に S i O<sub>2</sub> 膜によるフィールド酸化膜 2 3 を形成した。その後、メモリセル部 (第 1 素子領域) の M O S トランジスタにおける第 1 ゲート絶縁膜 2 4 a を厚みが 1 0 0 ~ 3 0 0 Å となるように熱酸化にて S i O<sub>2</sub> 膜により形成し、また別の工程で、周辺回路部 (第 2 素子領域) の M O S トランジスタにおける第 2 ゲート絶縁膜 2 4 b を厚みが 1 0 0 ~ 5 0 0 Å となるように熱酸化にて S i O<sub>2</sub> 膜により形成した。なお、第 1 ゲート絶縁膜 2 4 a 及び第 2 ゲート絶縁膜 2 4 b を同一

厚みにする場合には、同一の工程で同時に酸化膜を形成してもよい。

#### 【0126】

次に、前記メモリセル部（図6（a）の左図及び中央図）にn型ディプレッションタイプのチャンネルを有するMOSトランジスタを形成するため、閾値電圧を制御する目的で前記周辺回路部（図6（a）の右図）をレジスト膜26によりマスクした。そして、フローティングゲート電極直下のチャンネル領域となる領域に、n型不純物としてドーズ量 $1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ のリン（P）又は砒素（As）をイオン注入法により導入し、第1閾値制御層25aを形成した。なお、このときのドーズ量及び不純物の導電型は、ディプレッションタイプにするかアキュミレーションタイプにするかにより適宜選択することができる。

#### 【0127】

次に、前記周辺回路部（図6（b）の右図）にn型ディプレッションタイプのチャンネルを有するMOSトランジスタを形成するため、閾値電圧を制御する目的でメモリセル部（図6（b）の左図及び中央図）をレジスト膜27によりマスクした。そして、ゲート電極直下のチャンネル領域となる領域に、n型不純物としてドーズ量 $1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ のリン（P）又は砒素（As）をイオン注入法により導入し、第2閾値制御層25bを形成した。

#### 【0128】

次に、前記メモリセル部（図6（c）の左図及び中央図）のMOSトランジスタのフローティングゲート電極、及び前記周辺回路部（図6（c）の右図）のMOSトランジスタのゲート電極として、厚みが $500 \sim 2000 \text{ \AA}$ である第1ポリシリコン膜（第1導電体膜）28を全面に形成した。

#### 【0129】

その後、図7（d）に示すように、マスクとして形成したレジスト膜29により第1ポリシリコン膜28をパターンニングして前記メモリセル部（図8（d）の左図及び中央図）のMOSトランジスタにおけるフローティングゲート電極28aを形成した。このとき、図7（d）に示すように、X方向は最終的な寸法幅になるようにパターンニングし、Y方向はパターンニングせずS/D領域層となる領域はレジスト膜29により被覆されたままにした。

## 【0130】

次に、(図7(e)の左図及び中央図)に示すように、レジスト膜29を除去した後、フローティングゲート電極28aを被覆するようにして、 $\text{SiO}_2$ 膜からなるキャパシタ絶縁膜30aを厚みが約200～500 Åとなるように熱酸化にて形成した。このとき、前記周辺回路部(図7(e)の右図)の第1ポリシリコン膜28上にも $\text{SiO}_2$ 膜からなるキャパシタ絶縁膜30bが形成される。なお、ここでは、キャパシタ絶縁膜30a及び30bは $\text{SiO}_2$ 膜のみで形成されているが、 $\text{SiO}_2$ 膜及び $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜が2～3積層された複合膜で形成されていてもよい。

## 【0131】

次に、図7(e)に示すように、フローティングゲート電極28a及びキャパシタ絶縁膜30aを被覆するようにして、コントロールゲート電極となる第2ポリシリコン膜(第2導電体膜)31を厚みが500～2000 Åとなるように形成した。

## 【0132】

次に、図7(f)に示すように、前記メモリセル部(図7(f)の左図及び中央図)をレジスト膜32によりマスクし、前記周辺回路部(図7(f)の右図)の第2ポリシリコン膜31及びキャパシタ絶縁膜30bを順次、エッチングにより除去し、第1ポリシリコン膜28を表出させた。

## 【0133】

次に、図8(g)に示すように、前記メモリセル部(図8(g)の左図及び中央図)の第2ポリシリコン膜31、キャパシタ絶縁膜30a及びX方向だけパターンニングされている第1ポリシリコン膜28aに対し、レジスト膜32をマスクとして、第1ゲート部33aの最終的な寸法となるようにY方向のパターンニングを行い、Y方向に幅約1 μmのコントロールゲート電極31a／キャパシタ絶縁膜30c／フローティングゲート電極28cによる積層を形成すると共に、前記周辺回路部(図8(g)の右図)の第1ポリシリコン膜28に対し、レジスト膜32をマスクとして、第2ゲート部33bの最終的な寸法となるようにパターンニングを行い、幅約1 μmのゲート電極28bを形成した。

## 【0134】

次に、前記メモリセル部（図8（h）の左図及び中央図）のコントロールゲート電極31a／キャパシタ絶縁膜30c／フローティングゲート電極28cによる積層をマスクとして、素子形成領域のSi基板22にドーズ量 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ のリン（P）又は砒素（As）をイオン注入法により導入し、n型のS／D領域層35a及び35bを形成すると共に、前記周辺回路部（図8（h）の右図）のゲート電極28bをマスクとして、素子形成領域のSi基板22にn型不純物としてドーズ量 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ のリン（P）又は砒素（As）をイオン注入法により導入し、S／D領域層36a及び36bを形成した。

## 【0135】

次に、前記メモリセル部（図8（i）の左図及び中央図）の第1ゲート部33a及び前記周辺回路部（図8（i）の右図）の第2ゲート部33bを、PSG膜による層間絶縁膜37を厚みが約5000Åとなるようにして被覆形成した。

## 【0136】

その後、S／D領域層35a及び35b並びにS／D領域層36a及び36b上に形成した層間絶縁膜37に、コンタクトホール38a及び38b並びにコンタクトホール39a及び39bを形成した後、S／D電極40a及び40b並びにS／D電極41a及び41bを形成した。

以上により、図8（i）に示すように、半導体装置としてFLASH EPROMを製造した。

## 【0137】

このFLASH EPROMにおいては、前記周辺回路部（図6（a）～8（f）における右図）の第2ゲート絶縁膜24bが形成後から終始、第1ポリシリコン膜28又はゲート電極28bにより被覆されている（図7（c）～図8（f）における右図）ので、第2ゲート絶縁膜24bは最初に形成された時の厚みを保持したままである。このため、第2ゲート絶縁膜24bの厚みの制御を容易に行うことができると共に、閾値電圧の制御のための導電型不純物濃度の調整も容易に行うことができる。

## 【0138】

なお、上記実施例では、第1ゲート部33aを形成するのに、まずゲート幅方向（図5におけるX方向）に所定幅でパターニングした後、ゲート長方向（図5におけるY方向）にパターニングして最終的な所定幅としているが、逆に、ゲート長方向（図5におけるY方向）に所定幅でパターニングした後、ゲート幅方向（図5におけるX方向）にパターニングして最終的な所定幅としてもよい。

## 【0139】

図9(a)～(c)に示すFLASH EPROMの製造例は、上記実施例において図7(f)で示した工程の後が図9(a)～(c)に示すように変更した以外は上記実施例と同様である。即ち、図9(a)に示すように、前記メモリセル部（図9(a)における左図及び中央図）の第2ポリシリコン膜31及び前記周辺回路部（図9(a)の右図）の第1ポリシリコン膜28上に、タンゲステン(W)膜又はチタン(Ti)膜からなる高融点金属膜（第4導電体膜）42を厚みが約2000Åとなるようにして形成しポリサイド膜を設けた点でのみ上記実施例と異なる。図9(a)の後の工程、即ち図9(b)～(c)に示す工程は、図8(g)～(i)と同様に行った。図8(g)～(i)と同様の工程については説明を省略し、図9(a)～(c)においては図8(g)～(i)と同じものは同記号で表示した。

以上により、図9(c)に示すように、半導体装置としてFLASH EPROMを製造した。

## 【0140】

このFLASH EPROMにおいては、コントロールゲート電極31a及びゲート電極28b上に、高融点金属膜（第4導電体膜）42a及び42bを有するので、電気抵抗値を一層低減することができる。

## 【0141】

なお、ここでは、高融点金属膜（第4導電体膜）として高融点金属膜（第4導電体膜）42a及び42bを用いているが、チタンシリサイド(TiSi)膜等の高融点金属シリサイド膜を用いてもよい。

## 【0142】

図10 (a) ~ (c) に示すFLASH EPROMの製造例は、上記実施例において、前記周辺回路部（第2素子領域）（図10 (a) における右図）の第2ゲート部33cも、前記メモリセル部（第1素子領域）（図10 (a) における左図及び中央図）の第1ゲート部33aと同様に、第1ポリシリコン膜28b（第1導電体膜）／SiO<sub>2</sub>膜30d（キャパシタ絶縁膜）／第2ポリシリコン膜31b（第2導電体膜）という構成にし、図10 (b) 又は (c) に示すように、第1ポリシリコン膜28b及び第2ポリシリコン膜31bをショートさせてゲート電極を形成している点で異なること以外は上記実施例と同様である。

#### 【0143】

ここでは、図10 (b) に示すように、第1ポリシリコン膜28b（第1導電体膜）／SiO<sub>2</sub>膜30d（キャパシタ絶縁膜）／第2ポリシリコン膜31b（第2導電体膜）を貫通する開口部52aを、例えば図10 (a) に示す第2ゲート部33cとは別の箇所、例えば絶縁膜54上に形成し、開口部52a内に第3導電体膜、例えばW膜又はTi膜等の高融点金属膜53aを埋め込むことにより、第1ポリシリコン膜28b及び第2ポリシリコン膜31bをショートさせている。また、図10 (c) に示すように、第1ポリシリコン膜28b（第1導電体膜）／SiO<sub>2</sub>膜30d（キャパシタ絶縁膜）を貫通する開口部52bを形成して開口部52bの底部に下層の第1ポリシリコン膜28bを表出させた後、開口部52b内に第3導電体膜、例えばW膜又はTi膜等の高融点金属膜53bを埋め込むことにより、第1ポリシリコン膜28b及び第2ポリシリコン膜31bをショートさせている。

#### 【0144】

このFLASH EPROMにおいては、前記周辺回路部の第2ゲート部33cは、前記メモリセル部の第1ゲート部33aと同構造であるので、前記メモリセル部を形成する際に同時に前記周辺回路部を形成することができ、製造工程を簡単にすることができ効率的である。

#### 【0145】

なお、ここでは、第3導電体膜53a又は53bと、高融点金属膜（第4導電体膜）42とをそれぞれ別々に形成しているが、共通の高融点金属膜として同時

に形成してもよい。

#### 【0146】

(実施例5)

#### —磁気ヘッドの製造—

実施例5は、本発明のレジストパターンの形成方法により形成したレジストパターンを用いた磁気ヘッドの製造に関する。なお、この実施例5では、以下のレジストパターン102及び126が、実施例1におけるのと同様にして本発明のレジストパターンの形成方法により形成した、厚肉化されたレジストパターンである。

#### 【0147】

図11(A)～(D)は、磁気ヘッドの製造を説明するための工程図である。

まず、図11(A)に示すように、層間絶縁層100上に、厚みが $6\mu\text{m}$ となるようにレジスト膜を形成し、露光、現像を行って、渦巻状の薄膜磁気コイル形成用の開口パターンを有するレジストパターン102を形成した。

#### 【0148】

次に、図11(B)に示すように、層間絶縁層100上における、レジストパターン102上及びレジストパターン102が形成されていない部位、即ち開口部104の露出面上に、厚みが $0.01\mu\text{m}$ であるTi密着膜と厚みが $0.05\mu\text{m}$ であるCu密着膜とが積層されてなるメッキ下地層106を蒸着法により形成した。

#### 【0149】

次に、図11(C)に示すように、層間絶縁層100上における、レジストパターン102が形成されていない部位、即ち開口部104の露出面上に形成されたメッキ下地層106の表面に、厚みが $3\mu\text{m}$ であるCuメッキ膜からなる薄膜導体108を形成した。

#### 【0150】

次に、図11(D)に示すように、レジストパターン102を溶解除去し層間絶縁層100上からリフトオフすると、薄膜導体108の渦巻状パターンによる薄膜磁気コイル110が形成される。



以上により磁気ヘッドを製造した。

#### 【0151】

ここで得られた磁気ヘッドは、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化されたレジストパターン102により渦巻状パターンが微細に形成されているので、薄膜磁気コイル110は微細かつ精細であり、しかも量産性に優れる。

#### 【0152】

図12～図17は、他の磁気ヘッドの製造を説明するための工程図である。

図12示すように、セラミック製の非磁性基板112上にスパッタリング法によりギャップ層114を被覆形成した。なお、非磁性基板112上には、図示していないが予め酸化ケイ素による絶縁体層及びNi-Feパーマロイからなる導電性下地層がスパッタリング法により被覆形成され、更にNi-Feパーマロイからなる下部磁性層が形成されている。そして、図示しない前記下部磁性層の磁性先端部となる部分を除くギャップ層114上の所定領域に熱硬化樹脂により樹脂絶縁膜116を形成した。次に、樹脂絶縁膜116上にレジスト材を塗布してレジスト膜118を形成した。

#### 【0153】

次に、図13に示すように、レジスト膜118に露光、現像を行い、渦巻状パターンを形成した。そして、図14に示すように、この渦巻状パターンのレジスト膜118を数百℃で一時間程度熱硬化処理を行い、突起状の第1渦巻状パターン120を形成した。更に、その表面にCuからなる導電性下地層122を被覆形成した。

#### 【0154】

次に、図15に示すように、導電性下地層122上にレジスト材をスピンコート法により塗布してレジスト膜124を形成した後、レジスト膜124を第1渦巻状パターン120上にパターニングしてレジストパターン126を形成した。

#### 【0155】

次に、図16に示すように、導電性下地層122の露出面上に、即ちレジストパターン126が形成されていない部位上に、Cu導体層128をメッキ法によ

り形成した。その後、図 17 に示すように、レジストパターン 126 を溶解除去することにより、導電性下地層 122 上からリフトオフし、Cu 導体層 128 による渦巻状の薄膜磁気コイル 130 を形成した。

以上により、図 18 の平面図に示すような、樹脂絶縁膜 116 上に磁性層 132 を有し、表面に薄膜磁気コイル 130 が設けられた磁気ヘッドを製造した。

#### 【0156】

ここで得られた磁気ヘッドは、本発明のレジストパターンの形成方法により形成した、厚肉化されたレジストパターン 126 により形成された渦巻状パターン（レジスト抜けパターン）が微細に形成されているので、薄膜磁気コイル 130 は微細かつ精細であり、しかも量産性に優れる。

#### 【0157】

ここで、本発明の好ましい態様を付記すると、以下の通りである。

（付記 1） 下地層上にレジストパターンを形成後、前記レジストパターンの表面を覆うようにして、界面活性剤を少なくとも含有する界面活性剤含有液を塗布した後、樹脂及び界面活性剤を少なくとも含有するレジストパターン厚肉化材料を塗布することを特徴とするレジストパターンの形成方法。

（付記 2） 界面活性剤含有液の塗布後であってレジストパターン厚肉化材料の塗布前に、レジストパターンを加熱する付記 1 に記載のレジストパターンの形成方法。

（付記 3） 加熱が 70 ～ 150℃で行われる付記 2 に記載のレジストパターンの形成方法。

（付記 4） 界面活性剤含有液がレジストパターン非溶解性溶剤を含有する付記 1 から 3 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

（付記 5） レジストパターン非溶解性溶剤が水である付記 4 に記載のレジストパターンの形成方法。

（付記 6） 界面活性剤含有液が含有する界面活性剤が、金属非含有界面活性剤である付記 1 から 5 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

（付記 7） レジストパターン厚肉化材料が含有する界面活性剤が、金属非含有界面活性剤である付記 1 から 6 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法

。(付記 8) 金属非含有界面活性剤が、非イオン性界面活性剤から選択される付記 6 及び 7 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 9) 非イオン性界面活性剤が、ポリオキシエチレンーポリオキシプロピレン縮合物化合物、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレン誘導体化合物、ソルビタン脂肪酸エステル化合物、グリセリン脂肪酸エステル化合物、第 1 級アルコールエトキシレート化合物、フェノールエトキシレート化合物、アルコキシレート系界面活性剤、脂肪酸エステル系界面活性剤、アミド系界面活性剤、アルコール系界面活性剤、及びエチレンジアミン系界面活性剤から選択される付記 8 に記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 10) レジストパターン厚肉化材料が水溶性乃至アルカリ可溶性である付記 1 から 9 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 11) レジストパターン厚肉化材料が架橋剤を含有する付記 1 から 10 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 12) 架橋剤が、メラミン誘導体、ユリア誘導体及びウリル誘導体から選択される少なくとも 1 種である付記 11 に記載のレジストパターンの形成方法。

。(付記 13) レジストパターン厚肉化材料が含有する樹脂が、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、ポリビニルアセテート、ポリアクリル酸及びポリビニルピロリジノンから選択される少なくとも 1 種である付記 1 から 12 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 14) レジストパターン厚肉化材料が有機溶剤を含有する付記 1 から 13 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 15) 有機溶剤が、アルコール系溶剤、鎖状エステル系溶剤、環状エステル系溶剤、ケトン系溶剤、鎖状エーテル系溶剤、及び環状エーテル系溶剤から選択される少なくとも 1 種である付記 14 に記載のレジストパターンの形成方法。

。(付記 16) レジストパターン厚肉化材料の塗布後、現像処理を行う付記 1 か

ら 15 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 17) 現像処理が純水を用いて行われる付記 16 に記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 18) レジストパターンが、A r F レジストで形成された付記 1 から 17 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 19) A r F レジストが、脂環族系官能基を側鎖に有するアクリル系レジスト、シクロオレフィン-マレイン酸無水物系レジスト及びシクロオレフィン系レジストから選択される少なくとも 1 種である付記 18 に記載のレジストパターンの形成方法。

(付記 20) 付記 1 から 19 のいずれかに記載のレジストパターンの形成方法により、下地層上に形成したレジストパターンを厚肉化するレジストパターン形成工程と、該厚肉化したレジストパターンをマスクとしてエッチングにより前記下地層をパターンニングするパターンニング工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(付記 21) 付記 20 に記載の半導体装置の製造方法により製造されることを特徴とする半導体装置。

#### 【0158】

#### 【発明の効果】

本発明によると、前記要望に応え、従来における前記諸問題を解決することができ、A r F レジスト等で形成されたレジストパターンを厚肉化し、既存の露光装置の光源における露光限界を超えて微細なレジスト抜けパターンを簡便に形成可能なレジストパターンの形成方法、並びに、該レジストパターンの形成方法により形成した微細なレジスト抜けパターンを用いて形成した微細パターンを有してなる高性能な半導体装置及びそれを効率よく製造可能な半導体装置の製造方法を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

図 1 は、本発明のレジストパターンの形成方法におけるレジストパターンの厚肉化のメカニズムを説明するための概略図である。

**【図 2】**

図 2 は、本発明の半導体装置の製造方法により、多層配線構造を備えた半導体装置を製造するプロセスの一例を説明するための概略図である（その 1）。

**【図 3】**

図 3 は、本発明の半導体装置の製造方法により、多層配線構造を備えた半導体装置を製造するプロセスの一例を説明するための概略図である（その 2）。

**【図 4】**

図 4 は、本発明の半導体装置の製造方法により、多層配線構造を備えた半導体装置を製造するプロセスの一例を説明するための概略図である（その 3）。

**【図 5】**

図 5 は、本発明の半導体装置の一例である F L A S H E P R O M を説明するための上面図である。

**【図 6】**

図 6 は、本発明の半導体装置の製造方法に関する一例である F L A S H E P R O M の製造方法を説明するための断面概略図（その 1）である。

**【図 7】**

図 7 は、本発明の半導体装置の製造方法に関する一例である F L A S H E P R O M の製造方法を説明するための断面概略図（その 2）である。

**【図 8】**

図 8 は、本発明の半導体装置の製造方法に関する一例である F L A S H E P R O M の製造方法を説明するための断面概略図（その 3）である。

**【図 9】**

図 9 は、本発明の半導体装置の製造方法に関する他の一例である F L A S H E P R O M の製造方法を説明するための断面概略図である。

**【図 1 0】**

図 1 0 は、本発明の半導体装置の製造方法に関する他の一例である F L A S H E P R O M の製造方法を説明するための断面概略図である。

**【図 1 1】**

図 1 1 は、本発明のレジストパターンの形成方法により厚肉化したレジストパ

ターンを磁気ヘッドの製造に応用した一例を説明するための断面概略図である。

【図 1 2】

図 1 2 は、本発明のレジストパターンの形成方法により厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その 1）を説明するための断面概略図である。

【図 1 3】

図 1 3 は、本発明のレジストパターンの形成方法により厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その 2）を説明するための断面概略図である。

【図 1 4】

図 1 4 は、本発明のレジストパターンの形成方法により厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その 3）を説明するための断面概略図である。

【図 1 5】

図 1 5 は、本発明のレジストパターンの形成方法により厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その 4）を説明するための断面概略図である。

【図 1 6】

図 1 6 は、本発明のレジストパターンの形成方法により厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その 5）を説明するための断面概略図である。

【図 1 7】

図 1 7 は、本発明のレジストパターンの形成方法により厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その 6）を説明するための断面概略図である。

【図 1 8】

図 1 8 は、図 1 3 ～図 1 8 の工程で製造された磁気ヘッドの一例を示す平面図である。

【符号の説明】

- 1 a レジストパターン
- 1 b 界面活性剤含有層（含界面活性剤層）
- 1 c ミキシング層
- 1 d 処理後パターン
- 2 界面活性剤含有液
- 3 レジストパターン厚肉化材料
- 1 1 シリコン基板
- 1 2 層間絶縁膜
- 1 3 チタン膜
- 1 4 レジストパターン
- 1 5 a 開口部
- 1 5 b 開口部
- 1 6 T i N 膜
- 1 7 C u 膜
- 1 7 a 第一層の配線
- 1 8 層間絶縁膜
- 1 9 C u プラグ
- 2 0 第二層の配線
- 2 1 第三層の配線
- 2 2 S i 基板（半導体基板）
- 2 3 フィールド酸化膜
- 2 4 a 第 1 ゲート絶縁膜
- 2 4 b 第 2 ゲート絶縁膜
- 2 5 a 第 1 閾値制御層
- 2 5 b 第 2 閾値制御層
- 2 6 レジスト膜
- 2 7 レジスト膜
- 2 8 第 1 ポリシリコン層（第 1 導電体膜）
- 2 8 a フローティングゲート電極

- 28b ゲート電極 (第1ポリシリコン膜)
- 28c フローティングゲート電極
- 29 レジスト膜
- 30a キャパシタ絶縁膜
- 30b キャパシタ絶縁膜
- 30c キャパシタ絶縁膜
- 30d SiO<sub>2</sub>膜
- 31 第2ポリシリコン層 (第2導電体膜)
- 31a コントロールゲート電極
- 31b 第2ポリシリコン膜
- 32 レジスト膜
- 33a 第1ゲート部
- 33b 第2ゲート部
- 33c 第2ゲート部
- 34 レジスト膜
- 35a S/D (ソース・ドレイン) 領域層
- 35b S/D (ソース・ドレイン) 領域層
- 36a S/D (ソース・ドレイン) 領域層
- 36a S/D (ソース・ドレイン) 領域層
- 37 層間絶縁膜
- 38a コンタクトホール
- 38b コンタクトホール
- 39a コンタクトホール
- 39b コンタクトホール
- 40a S/D (ソース・ドレイン) 電極
- 40b S/D (ソース・ドレイン) 電極
- 41a S/D (ソース・ドレイン) 電極
- 41b S/D (ソース・ドレイン) 電極
- 42 高融点金属膜 (第4導電体膜)



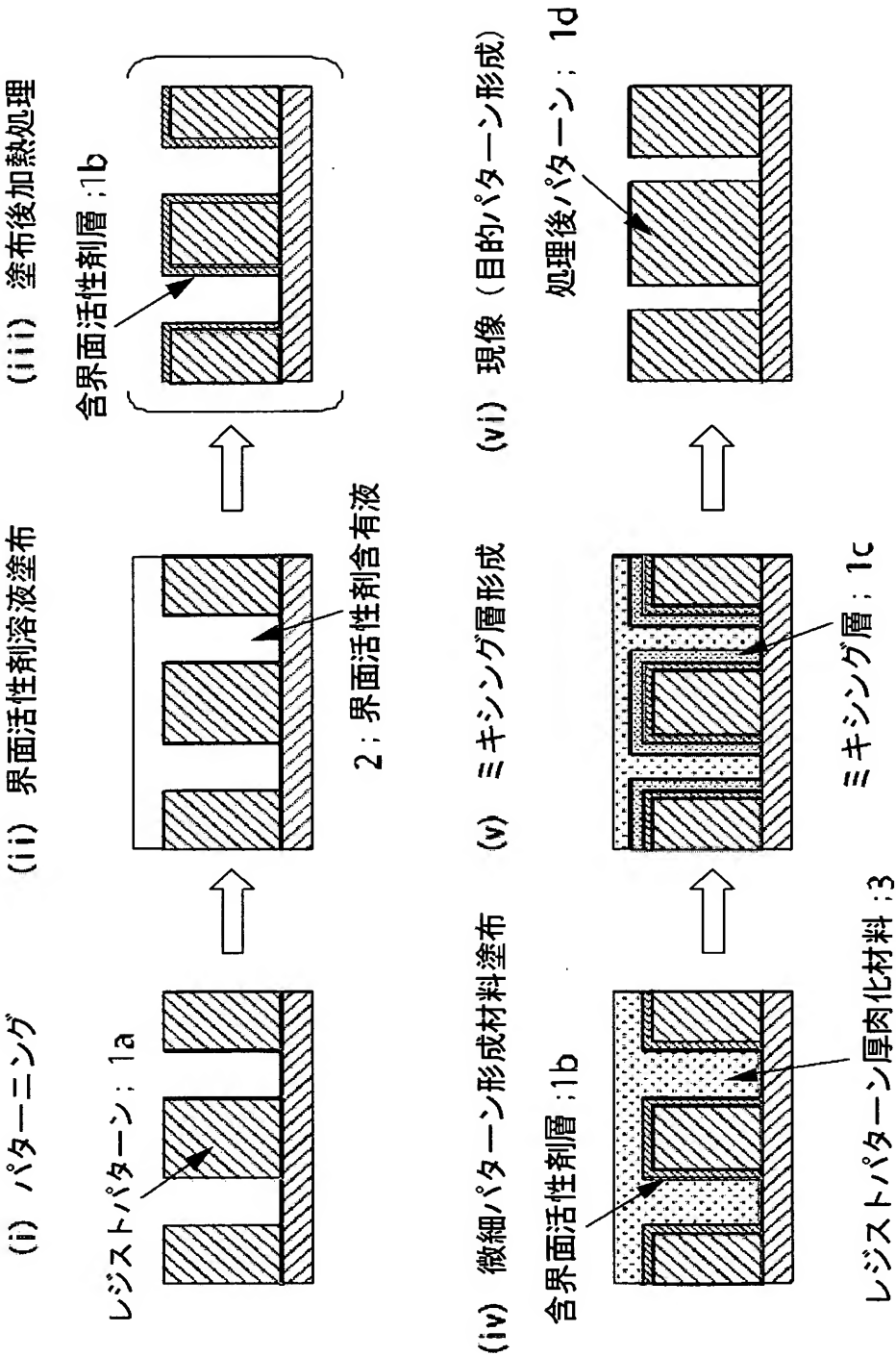
- 4 2 a 高融点金属膜 (第 4 導電体膜)
- 4 2 b 高融点金属膜 (第 4 導電体膜)
- 4 4 a 第 1 ゲート部
- 4 4 b 第 2 ゲート部
- 4 5 a S/D (ソース・ドレイン) 領域層
- 4 5 b S/D (ソース・ドレイン) 領域層
- 4 6 a S/D (ソース・ドレイン) 領域層
- 4 6 b S/D (ソース・ドレイン) 領域層
- 4 7 層間絶縁膜
- 4 8 a コンタクトホール
- 4 8 b コンタクトホール
- 4 9 a コンタクトホール
- 4 9 b コンタクトホール
- 5 0 a S/D (ソース・ドレイン) 電極
- 5 0 b S/D (ソース・ドレイン) 電極
- 5 1 a S/D (ソース・ドレイン) 電極
- 5 1 b S/D (ソース・ドレイン) 電極
- 5 2 a 開口部
- 5 2 b 開口部
- 5 3 a 高融点金属膜 (第 3 導電体膜)
- 5 3 b 高融点金属膜 (第 3 導電体膜)
- 5 4 絶縁膜
- 1 0 0 層間絶縁層
- 1 0 2 レジストパターン
- 1 0 4 開口部
- 1 0 6 メッキ下地層
- 1 0 8 薄膜導体 (Cu メッキ膜)
- 1 1 0 薄膜磁気コイル
- 1 1 2 非磁性基板

- 1 1 4      ギャップ層
- 1 1 6      樹脂絶縁層
- 1 1 8      レジスト膜
- 1 1 8 a    レジストパターン
- 1 2 0      第 1 渦巻状パターン
- 1 2 2      導電性下地層
- 1 2 4      レジスト膜
- 1 2 6      レジストパターン
- 1 2 8      C u 導体膜
- 1 3 0      薄膜磁気コイル
- 1 3 2      磁性層

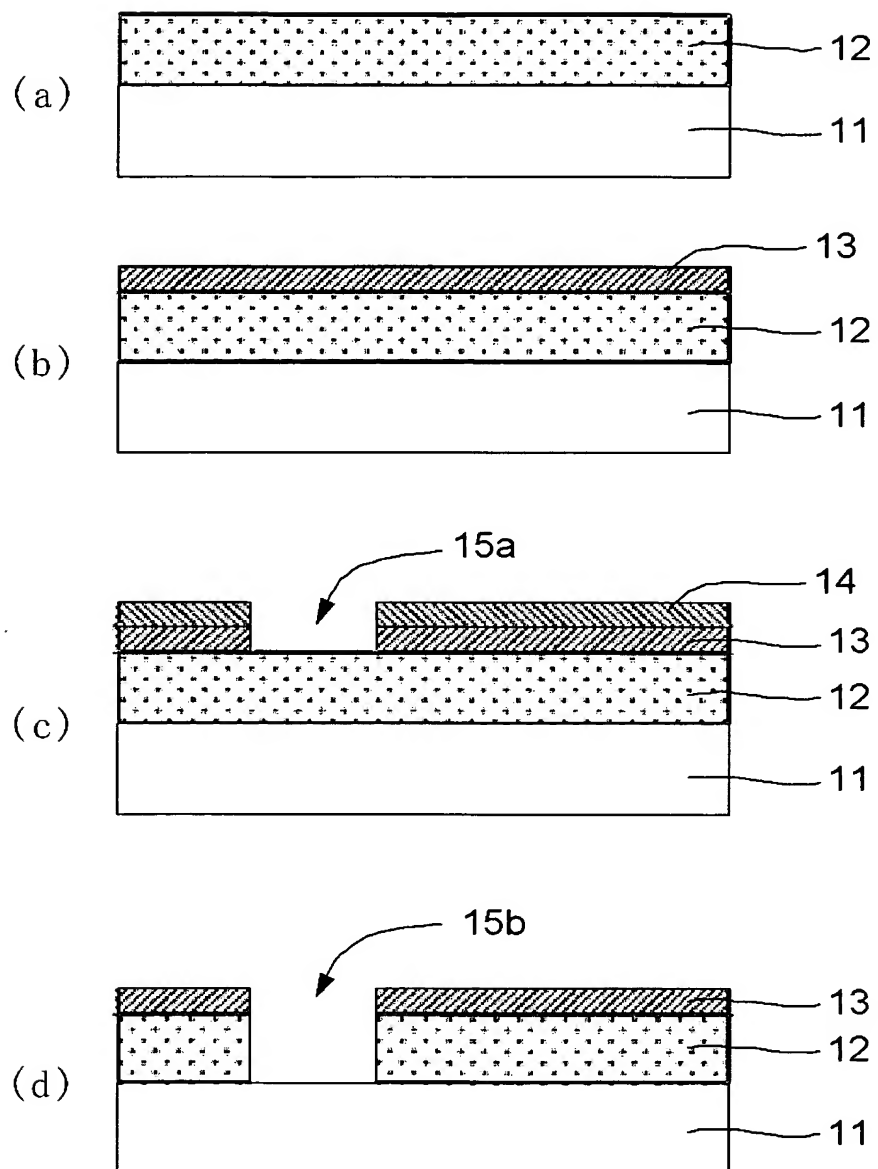
【書類名】

【図 1】

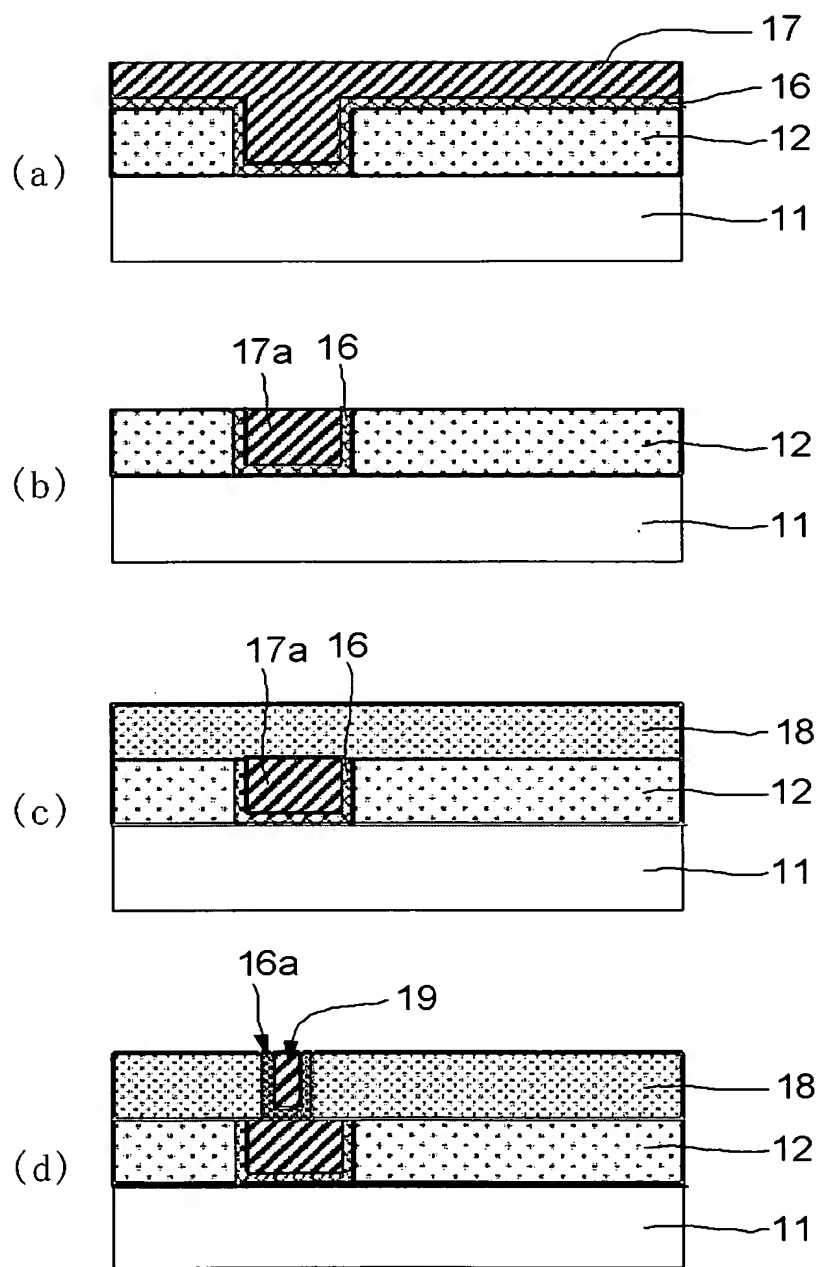
図面



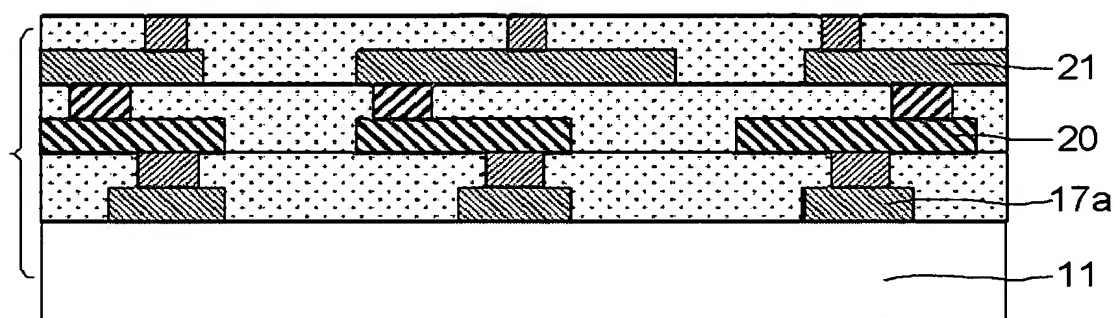
【図 2】



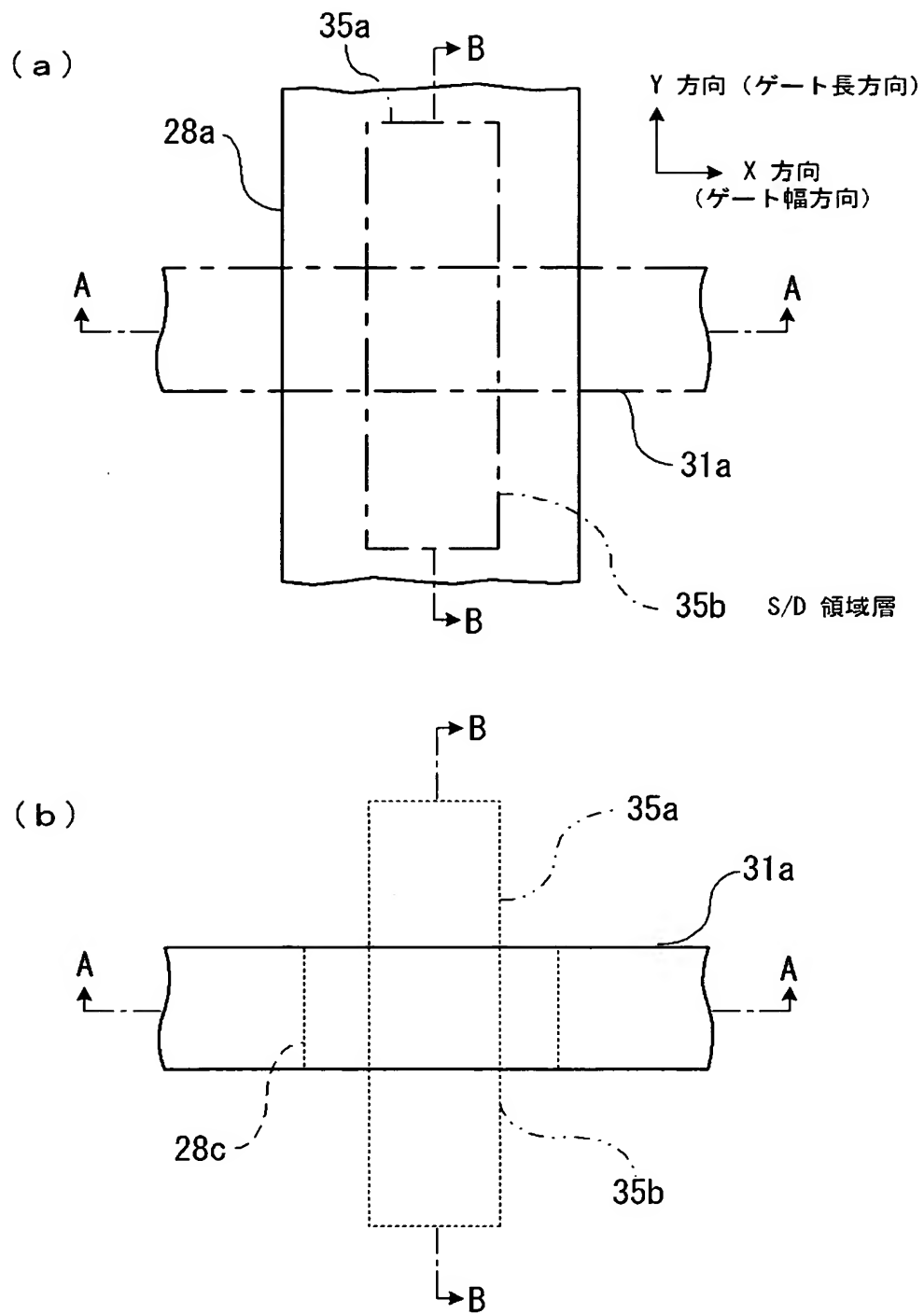
【図 3】



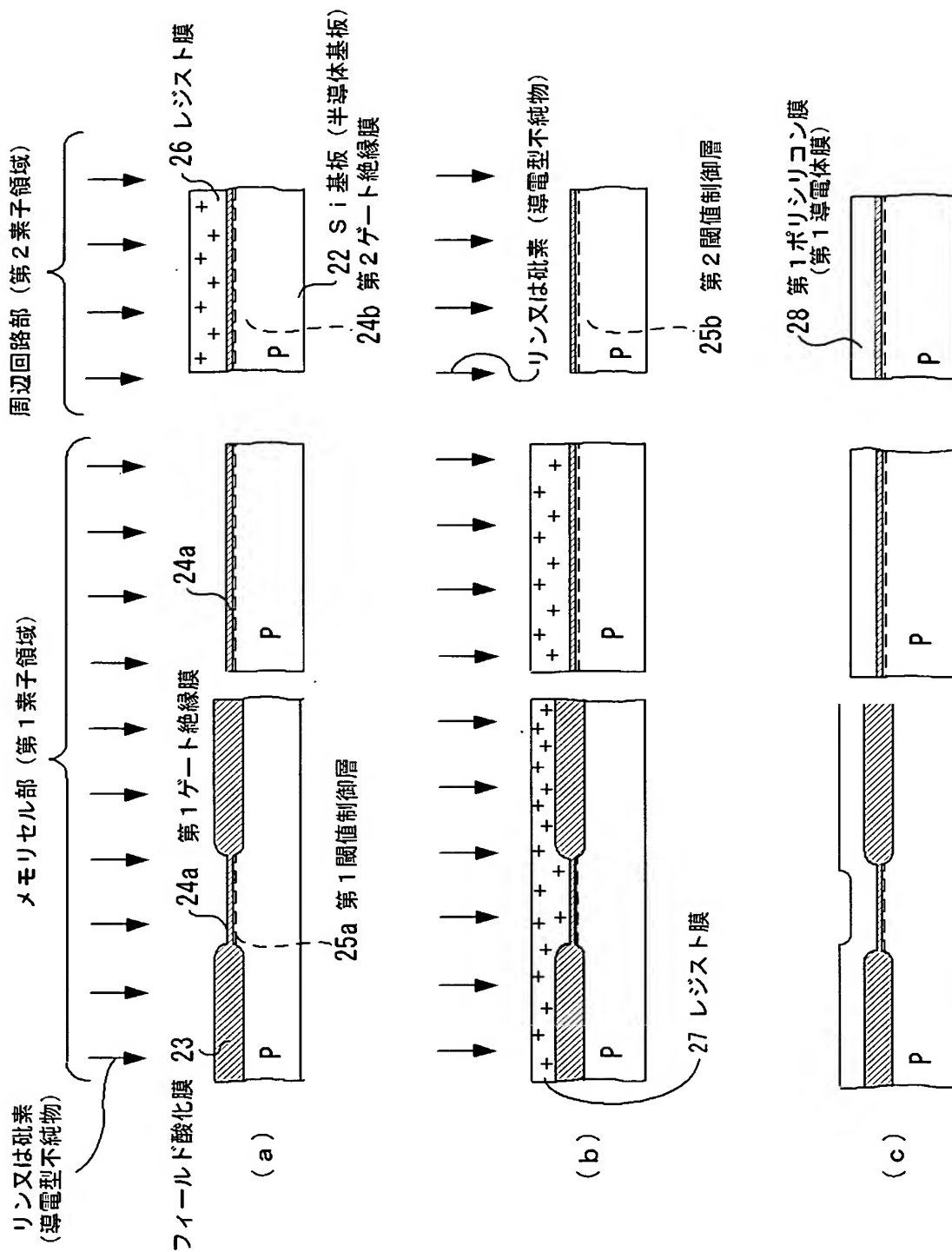
【図 4】



【図 5】

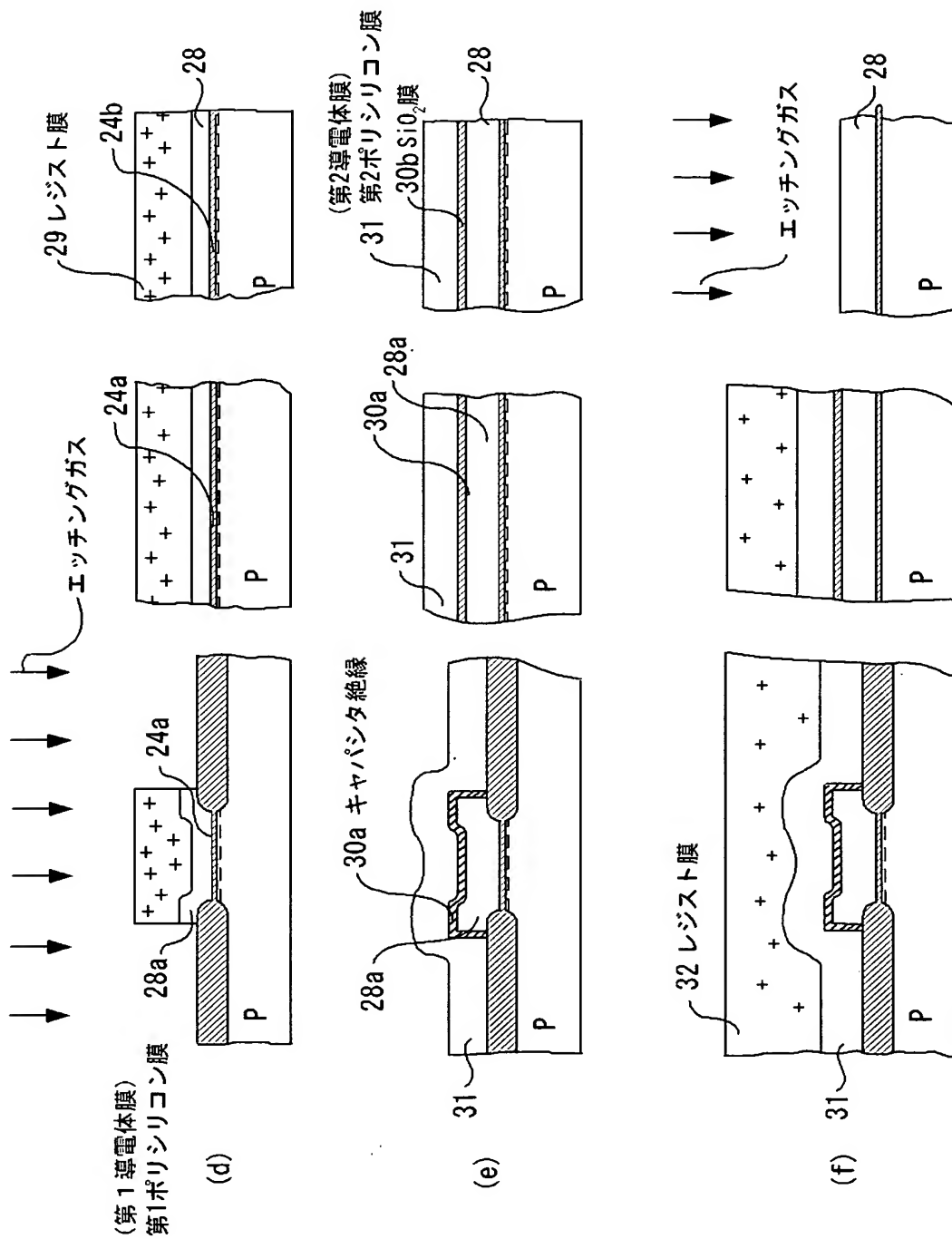


【図 6】





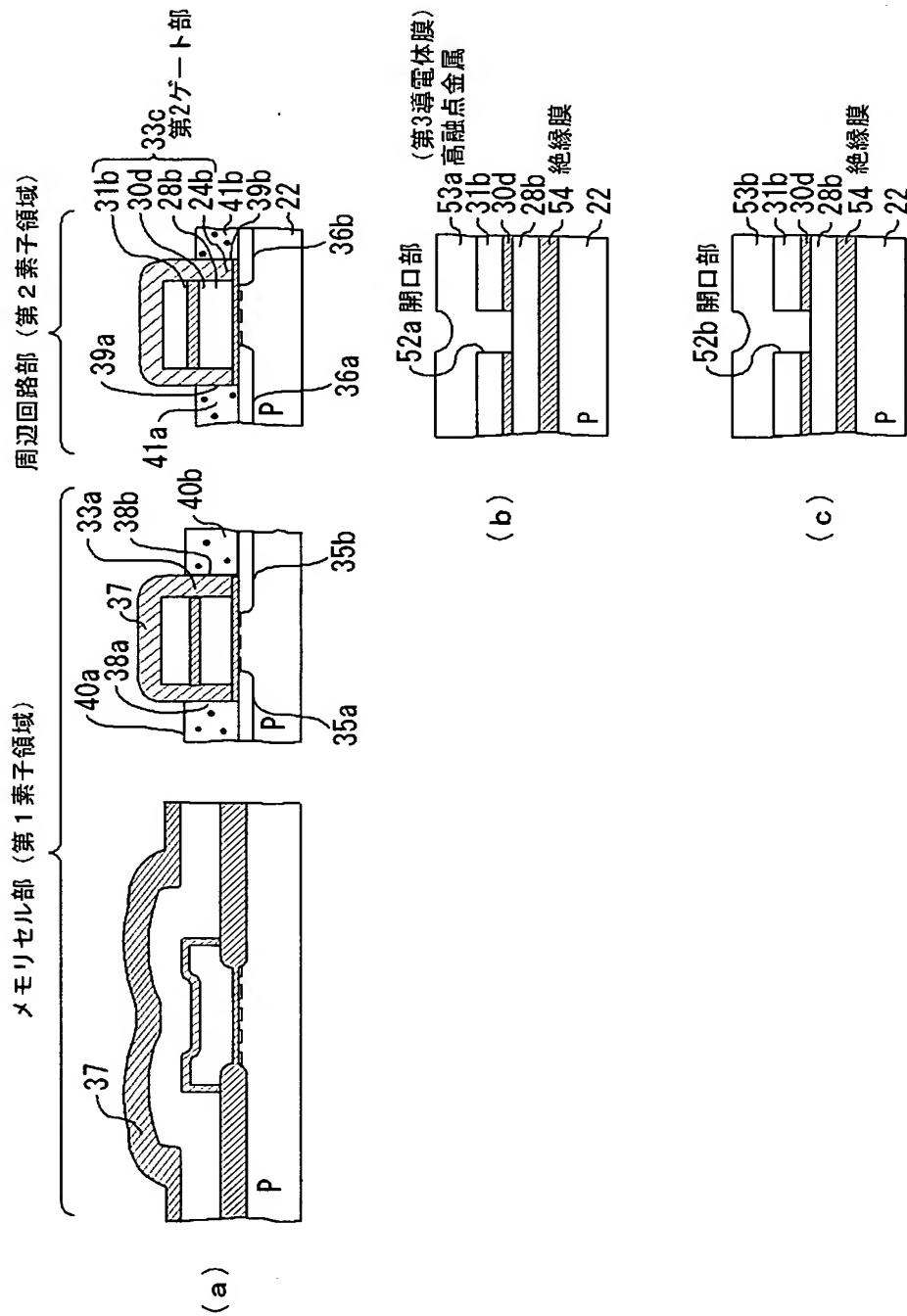
【図 7】



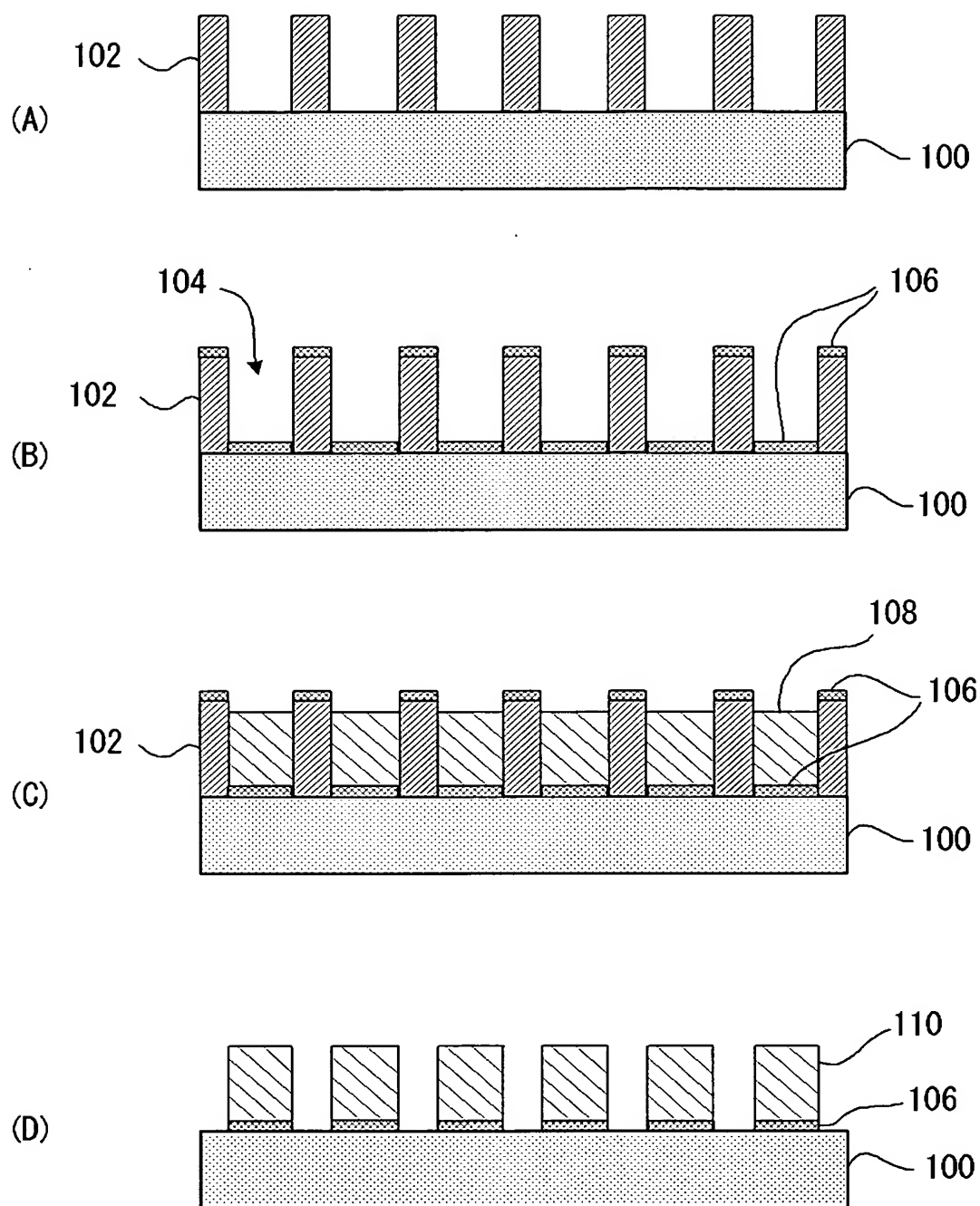




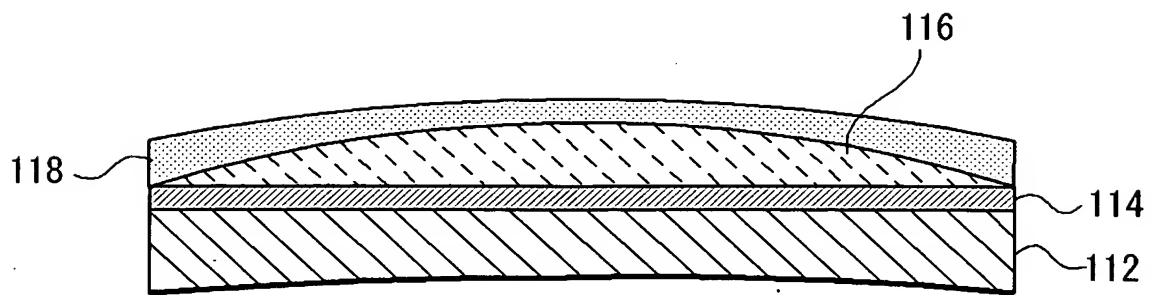
【図 10】



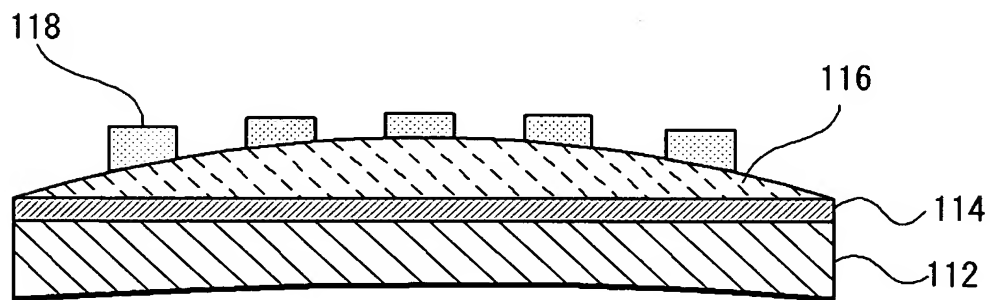
【図 11】



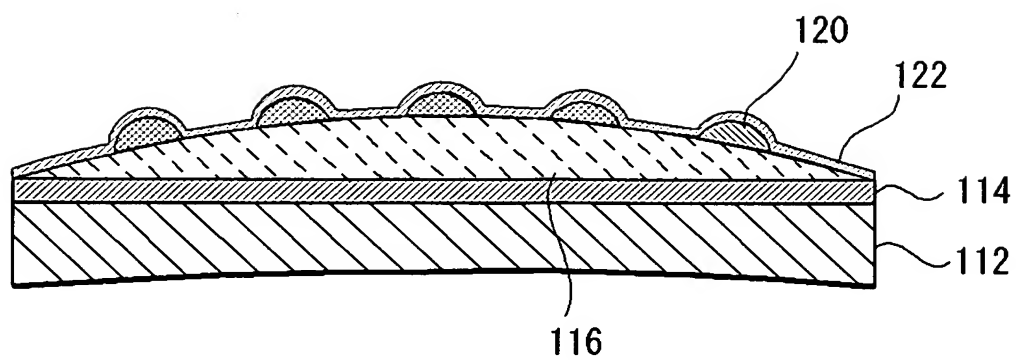
【図 12】



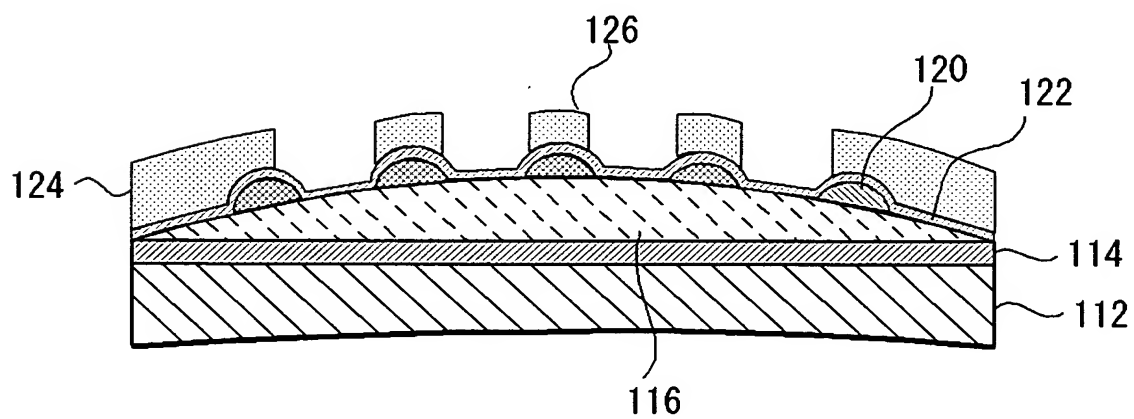
【図 13】



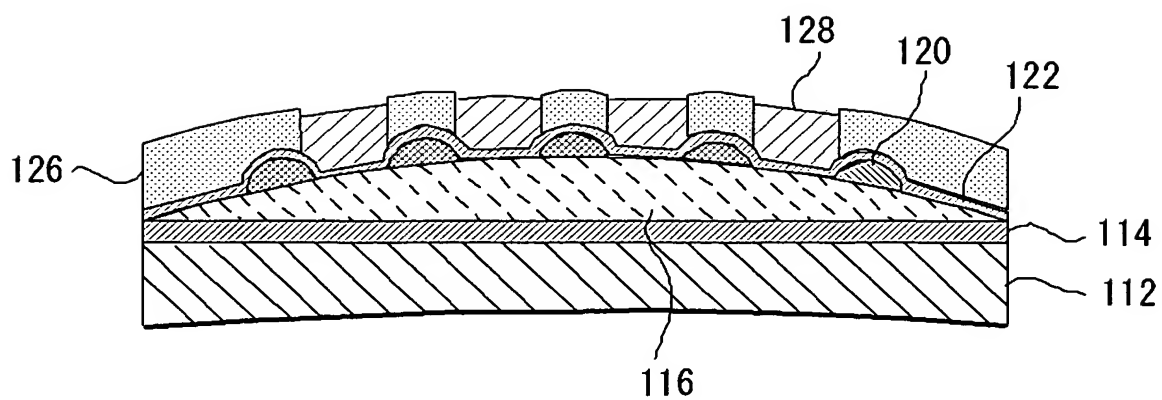
【図 14】



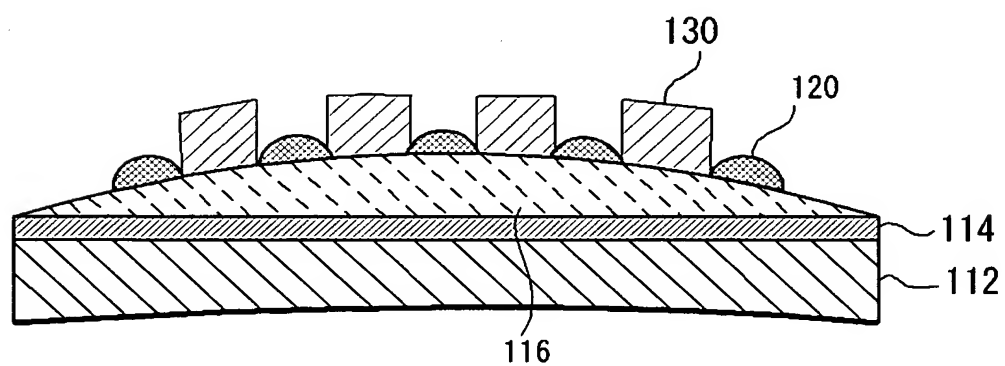
【図 15】



【図 16】

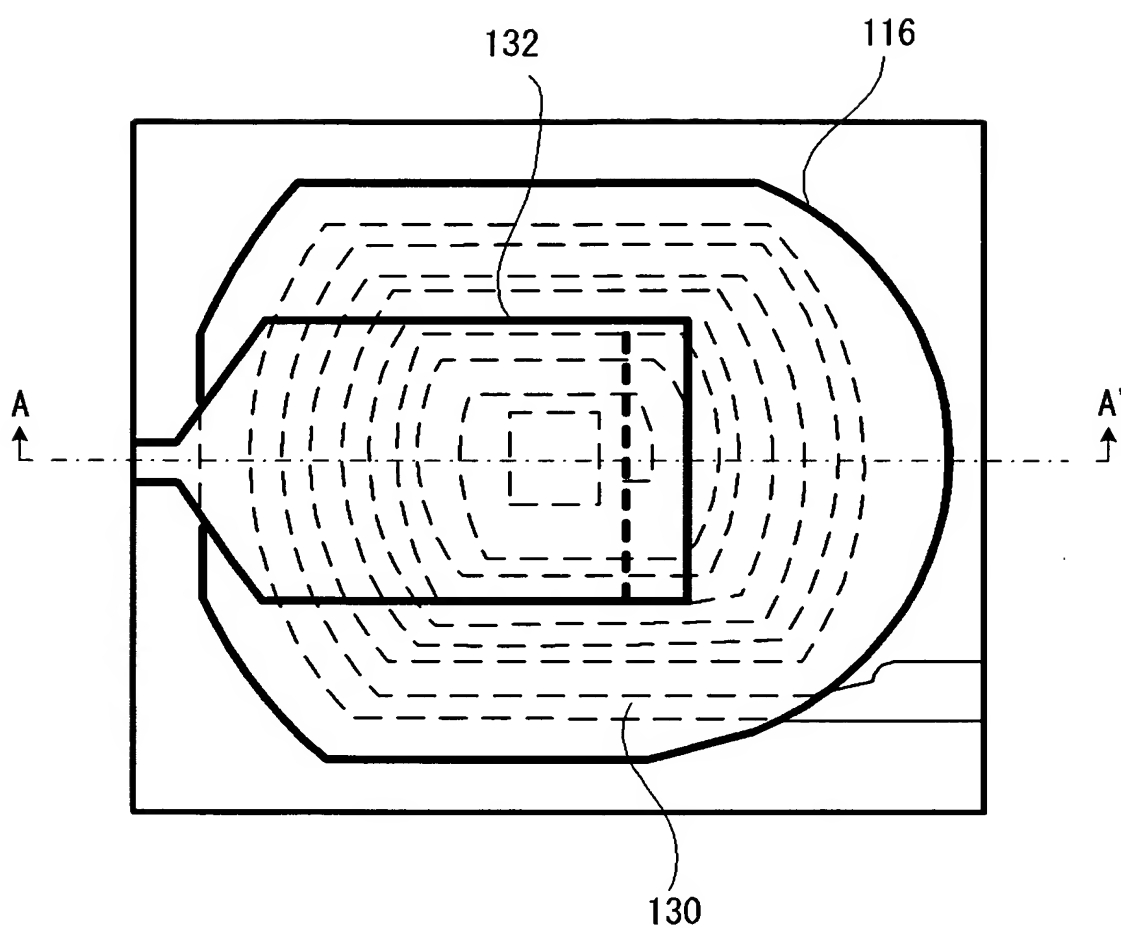


【図 17】





【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レジストパターンを厚肉化し、既存の露光装置の光源における露光限界を超えて微細なレジスト抜けパターンを簡便に形成可能なレジストパターンの形成方法、該方法により形成した微細なレジスト抜けパターンを用いて形成した微細パターンを有する高性能な半導体装置及びその製造方法の提供。

【解決手段】 下地層上にレジストパターンを形成後、前記レジストパターンの表面を覆うようにして、界面活性剤を少なくとも含有する界面活性剤含有液を塗布した後、樹脂及び界面活性剤を少なくとも含有するレジストパターン厚肉化材料を塗布するレジストパターンの形成方法。該方法により、下地層上に形成したレジストパターンを厚肉化するレジストパターン形成工程と、該厚肉化したレジストパターンをマスクとしてエッチングにより前記下地層をパターンニングするパターンニング工程とを含む半導体装置の製造方法。該方法により製造される半導体装置。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 5 6 5 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社